



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

Energia Elektriakoaren Sorkuntza

ISBN: 978-84-9860-905-9

Igor Albizu Flórez
Esther Torres Iglesias
Pablo Eguía López
Agurtzane Etxegarai Madina
Elvira Fernández Herrero

**EUSKARAREN ARLOKO ERREKTOREORDETZAREN
SARE ARGITALPENA**

Liburu honek UPV/EHUko Euskararen Arloko Errektoreordetzaren dirulaguntza
jaso du

ENERGIA ELEKTRIKOAREN SORKUNTZA

1. GAIA. ESKARIARI ERANTZUNA EMATEA

- 1.1 Helburuak
- 1.2 Eskariaren ezaugarriak
- 1.3 Sorkuntzaren ezaugarriak
- 1.4 Programazioaren emaitzak
- 1.5 Zentralen sailkapena
- 1.6 Espainiako sistema elektrikoa

1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Helburuak

- Helburuak:

- Eskatzen den energia memento oro ematen dela ziurtatu.

$$\boxed{P_S = P_E + P_{gal}} \quad \xrightarrow{E = \int_T P(t) dt} \quad \boxed{E_S = E_E + E_{gal}}$$

Aldiuneko T denbora-tarte batean

- Ahal den kostu txikienarekin egin.
 - Segurtasun-, kalitate- eta ingurumen-baldintzak bete (baldintza gehiago ere egon daitezke).

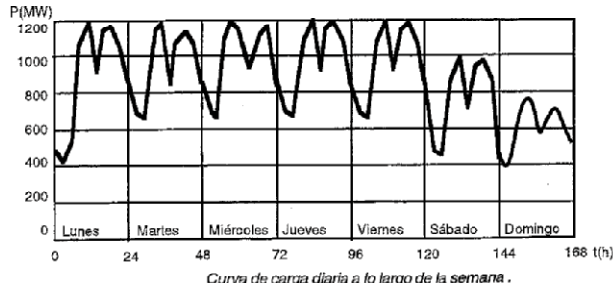
- Aukerak:

- Energiaren salerosketan eta eskaintzetan oinarrituriko merkatu elektrikoa.
Ekoizleen funtzionamendua merkatuko emaitzen araberakoa da (merkeen ekoizten dutenek egingo dute lan).
 - Kostu ezagun edo adierazietan oinarrituriko programazioa.
Zenbait murrizketa kontuan hartzen dituen optimizazio-algoritmo batek zehaztuko du ekoizleen funtzionamendua.

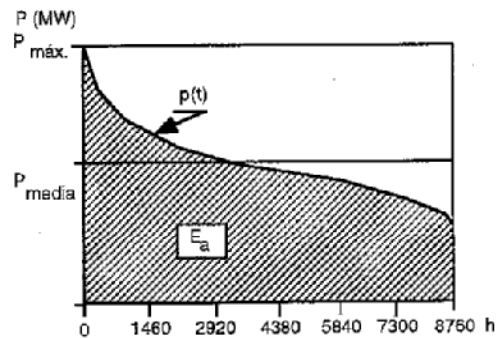
1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Eskariaren ezaugarriak

- Ezaugarri nagusia: aldakortasuna
- Eskari elektrikoaren denbora-irudikapena:
 - Karga-kurba: potentzia elektrikoaren eskariaren denbora-bilakaera irudikatzen du (normalean, ordubeteko edo ordu laurdeneko denbora-tartearekin).



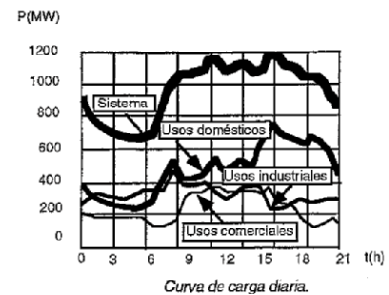
- Karga-kurba monotonoa: Eskaturiko potentzia-balio bakoitzarentzat, balio hori berdindu edo gainditu den urteko ordu kopurua irudikatzen du.



1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Eskariaren ezaugarriak

- Eskari elektrikoan eragiten duten faktoreak:
 - Jarduera: egunean zehar dagoen eskarian dauka eragina (punta, laua eta harana).
 - Lanegunak eta jaiak: astean zehar dagoen eskarian dauka eragina.
 - Urtaroak: urtean zehar dagoen eskarian dauka eragina (udaberria, uda, udazkena eta negua).
 - Klima-faktoreak: urtaroen, astean, egunean eta orduan zehar dagoen eskarian eragiten dute (tenperatura, hezetasuna, haizearen abiadura...).

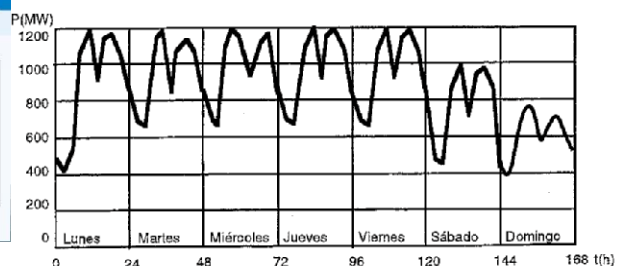


%10/09 %11/10

	%10/09	%11/10
Demanda en b.c.	3,1	-2,2
Componentes (1)		
Efecto temperatura (2)	0,2	-1,0
Efecto laboralidad	0,2	0,1
Efecto actividad económica y otros	2,7	-1,3



Urtaroen eragina urteko eskarian



1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Eskariaren ezaugarriak

- Eskariaren faktore bereizgarriak. Erabiltzaile batentzat, erabiltzaile multzo batentzat edo sistema elektriko osoarentzat defini daitezke.

- Konektaturiko potentzia: erabiltzaileek kontraturiko potentzien batura.
- Kontsumituriko energia: denbora-tarte batean eskaturiko potentziaren integrala (ardatzen eta karga-kurbaren edo karga-kurba monotonoaren arteko azalera).

$$Energia = \int_0^t P(t) \cdot dt$$

- Batez besteko potentzia: denbora-tarte batean (ordua, eguna, hilabetea, urtea...) eskaturiko potentziaren batezbestekoa.

$$P_m = \frac{\text{Energia}}{\text{Denbora - tartea}}$$

- Aldiberekotasun-faktorea: potentzia maximoaren eta konektaturiko potentziaren arteko erlazioa (zenbait kontsumitzaile, kontsumitzaile guztiak...).

$$fs = \frac{\text{Potentzia maximoa}}{\text{Konektaturiko potentzia}}$$

- Karga-faktorea: batez besteko potentziaren eta potentzia maximoaren arteko erlazioa (zenbait kontsumitzaile, kontsumitzaile guztiak...).

$$fc = \frac{\text{Batez besteko potentzia}}{\text{Potentzia maximoa}}$$

1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Sorkuntzaren ezaugarriak

- Zentralen sailkapena, energia primarioaren arabera:

- Hidroelektrikoak (ohikoak eta ponpaketakoak)
- Termikoak (ohikoak eta nuklearrak)
- Berriztagarriak (eolikoa, eguzki-energia, marea-energia...)
- Beste teknologia batzuk (erregai-pilak, baterako sorkuntza...)

- Sorkuntza elektrikoaren parametro bereizgarriak:

- Instalaturiko potentzia: zentrala osatzen duten sorgailuen potentzia izendatuen batura.
- Potentzia erabilgarria: une bateko eskaria betetzeko, erabiltzeko moduan dauden sorgailuen potentzien batura.
- Erabiltze-faktorea: sorturiko energiaren eta etengabe potentzia maximoan lan eginez gero sortuko lukeen energiaren arteko zatidura.
- Urteko erabiltze-orduak: urte batean sorturiko energia sortzeko, potentzia maximoan lan eginez beharko lituzkeen ordu kopurua.
- Instalazio-faktorea: instalaturiko potentziaren eta konektaturiko potentziaren arteko erlazioa.
- Erreserba-faktorea: potentzia erabilgarriaren eta eskaturiko potentzia maximoaren arteko erlazioa.

Zentral multzo bat edo sistema osoa

Bakarrik sistema osoa

1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Sorkuntzaren ezaugarriak

- Alderdi teknikoak:

- Potentzia balio bakoitzarentzat energia sortzeko duen ahalmena ($P_{max} \div P_{min}$)
- Sorturiko aldiuneko potentzia aldatzeko ahalmena (MW/min)
- Abio-denbora
- Mantentze-lanen iraupena

Zentral mota		Malda (% P_{izen}/min)
Lurrun-zikloa	Nuklearra	% 2 ÷ 4
	Ikatza	% 2 ÷ 4
	Fuel/Gas	% 2 ÷ 8
Gas-turbina		% 10
Ziklo konbinatua		% 10 Gas T.
		% 10 Lurrun T.
Errekuntza-motorra		% 10 Gas
		% 20 Diesel
Hidroelektrikoa		% 100

Potentzia-malda (ohiko balioak)

Zentral mota		Minimo teknikoa (% P_{izen})
Lurrun-zikloa	Nuklearra	% 60
	Ikatza	% 35
	Fuel/Gas	% 20
Gas-turbina		% 20
Ziklo konbinatua		% 20 Gas T.
		% 75 Lurrun T.
Errekuntza-motorra		% 50 Gas (% 35 5 min.)
		% 50 Diesel (%20 5 min.)
Hidroelektrikoa		% 10 ÷ %25

Minimo teknikoa (ohiko balioak)

Zentral mota		Sinkronizazioa arte (min)	Potentzia izendatua arte (min)
Lurrun zikloa	Gelditu ondoren	120	210
	8 h arte	180	300
	8 h eta 36 h artean	300	480
	+ 36 h (abio hotza)	600	840
Gas turbina	Aeroderibatua	--	3
	Industrialia	--	10
Ziklo konbinatua	Gas-turbina	20	45
	Lurrun-turbina	Lurruna bezala	Lurruna bezala
Diesel motorra		5	15
Hidroelektrikoa		--	5

Abio-denbora (ohiko balioak)

1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Sorkuntzaren ezaugarriak

- Alderdi ekonomikoak:

- Instalaturiko potentziari dagozkion kapital-kostuak edo kostu finkoak.
- Energia primarioari eta operazio- eta mantentze-lanei dagozkien ustiapen-kostuak edo kostu aldakorak.

Urteko kostu osoa: $C_{tot} = C_F + C_V = P \cdot p \cdot i + P \cdot h \cdot c$



Potentzia-unitateko urteko kostua:

$$c_p = \frac{C_{tot}}{P} = p \cdot i + c \cdot h$$

Energia-unitateko urteko kostua:

$$c_e = \frac{C_{tot}}{E_a} = \frac{C_{tot}}{P \cdot h} = \frac{p \cdot i}{h} + c$$

P : potentzia izendatua

p: kW-aren kostu eguneratua

i: kostu finkoen tasa

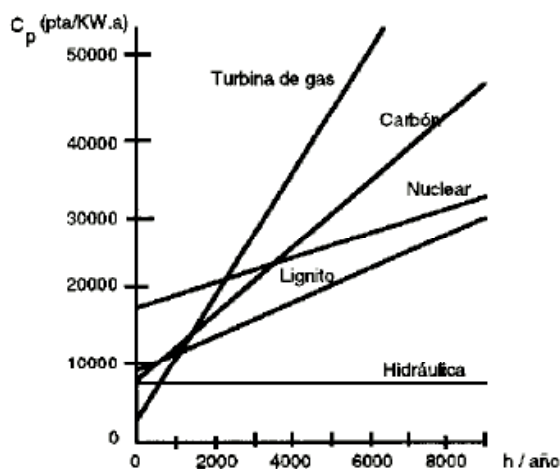
c: kWh-aren kostua zentral-barran

h: erabiltze-orduak

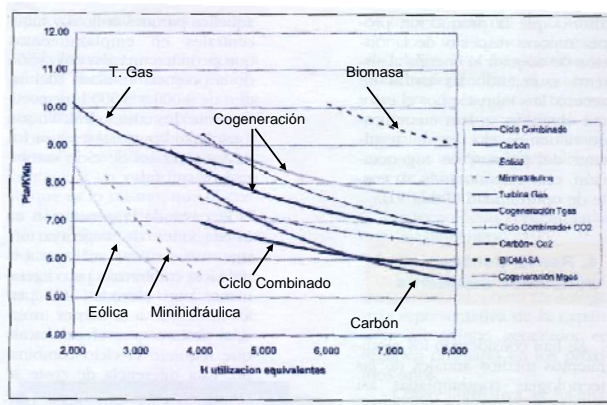
1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Sorkuntzaren ezaugarriak

- Kostu-kurbak teknologiaren eta urteko erabiltze-orduen funtzioan:



Instalaturiko kW bakoitzeko urteko kostua, urteko erabiltze-orduen funtzioan (c_p kurba)



Ekotiziriko kWh bakoitzaren kostua, urteko erabiltze-orduen funtzioan (c_e kurba) – UNESA 2001

1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

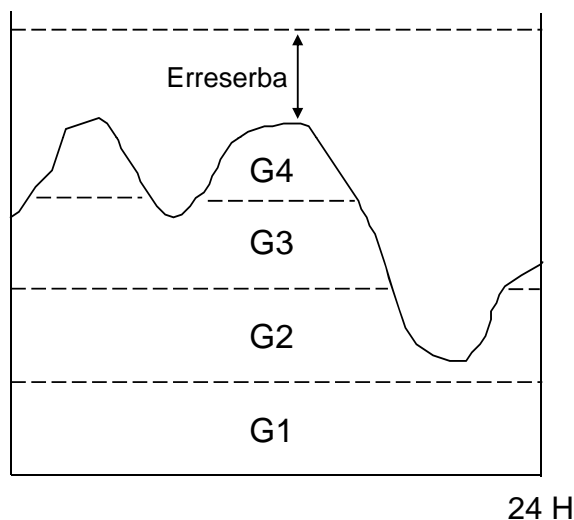
Sorkuntzaren programazioa

- Programazioaren helburuak:
 - Kostu osoa minimizatzea.
 - Zerbitzu-kalitatean gutxieneko batzuk betetzea (kalitatea, segurtasuna, ingurumena, gizartea...).
- Une bakoitzean dagoen eskaria betetzeko, sorgailuen konbinazio asko daude.
- Sorgailuen aukeraketan kontuan izan beharreko faktoreak:
 - Sistemaren malgutasuna: kargaren aldaketei erantzuteko denbora.
 - Zerbitzuaren fidagarritasuna eta jarraitutasuna: matxurak gertatzeko probabilitatea eta mantentze-lanak egiteko beharra.
 - Potentzia-erreserba: eskariaren izaera aleatorioa delako da beharrezkoa:
 - Erreserba birakaria: lanean ari diren sorgailuetan erabiltzen ari ez den ahalmena (segundoak).
 - Erreserba azkarra: geldirik dauden eta abio azkarra (minutuak) duten ekipoak (hidroelektrikoak eta gas-turbinak).
 - Erreserba geldoa: saretik deskonektaturik dauden ekipo termiko eta nuklear handiak; Abiatzeko zenbait ordu behar dituzte.

1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Programazioaren emaitza teorikoak

- Teorian, bai programazioa erabiltzen bada eta baita merkatu-sistema badago ere, honako hau izango da emaitza:



- G1:** Ur lasterreko hidroelektrikoa / nuklearra
G2/G3: Oinarriko termikoa (ikatz / ziklo konbinatua)
G4: Puntako zentralak: hidraulikoak / gas-turbinak

1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Zentralen sailkapena

- Zentralen sailkapena, sistemaren barnean duten funtzioaren arabera (eskariaren estalduran duten posizioa):

- Oinarri-zentralak: energiaren zatirik handiena ematen dute modu jarraian (ur lasterreko hidroelektrikoak, nuklearrak eta zentral termiko handiak).

- Puntako zentralak: eskariaren puntak betetzen dituzte (hidroelektrikoak eta gas-turbinak).

- Erreserba-zentralak: oinarri-zentralak ordezkatzeko matxura bat dutenean edo ur eskasia dagoenean.

- Laguntza- edo larrialdi-zentralak: erantzun azkarrekoak eta kontsumo-guneetatik hurbil daudenak (diesel ekipoak).

- Ponpaketa- edo metatze-zentralak: sisteman soberan dagoen energia erabiltzen dute altuera handiagoan dagoen urtegi batera ura ponpatzeko.

1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

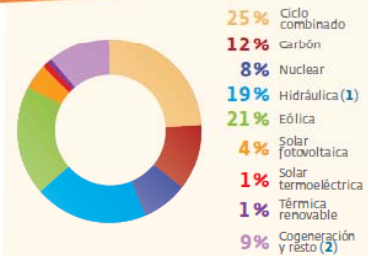
Espainiako sistema elektrikoa

Balance de potencia a 31.12.2011. Sistema eléctrico nacional

	Sistema peninsular		Sistemas extrapeninsulares		Total nacional	
	MW	%11/10	MW	%11/10	MW	%11/10
Hidráulica	17.563	0,0	1	0,0	17.564	0,0
Nuclear	7.777	0,0	-	-	7.777	0,0
Carbón (1)	11.700	2,8	510	0,0	12.210	2,7
Fuel/gas	1.492	-34,6	2.884	0,7	4.376	-15,0
Ciclo combinado	25.269	0,1	1.854	-0,5	27.123	0,1
Total régimen ordinario	63.801	-0,7	5.249	0,2	69.050	-0,6
Hidráulica	2.041	0,3	0,5	0,0	2.041	0,3
Eólica	21.091	7,0	149	1,7	21.239	7,0
Solar fotovoltaica	4.047	10,7	202	8,8	4.249	10,6
Solar termoelectrica	1.049	97,1	-	-	1.049	97,1
Térmica renovable	858	14,0	1	-96,8	859	8,5
Térmica no renovable	7.282	1,3	119	0,9	7.401	1,3
Total régimen especial	36.367	7,4	471	-3,8	36.838	7,2
Total	100.168	2,1	5.720	-0,1	105.888	2,0

(1) A partir del 1 de enero 2011 se incluye GICC (Elcogás) en carbón nacional ya que según el R.D. 134/2010 esta central está obligada a participar, como unidad vendedora que utiliza carbón autóctono como combustible, en el proceso de resolución de restricciones por garantía de suministro.

Potencia instalada a 31.12.2011 Sistema eléctrico peninsular



(1) Incluye la potencia de bombeo puro (2.747 MW).
(2) Incluye térmica no renovable y fuel/gas.

«El Sistema Eléctrico Español. Informe 2011»

<http://www.ree.es>

1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Espainiako sistema elektrikoa

Potencia instalada del régimen ordinario (MW)

	Andalucía	Aragón	Asturias	Balears	C. Valenciana	Cantabria	Castilla-La Mancha	Castilla y León	Cataluña	
Hidráulica	1.051	1.310	748	-	1.279	1	389	781	4.247	2.104
Nuclear	-	-	-	-	1.085	-	-	1.066	466	3.142
Carbón (1)	2.072	1.341	2.628	510	-	-	541	2.707	162	
Fuel/gas	0	-	-	802	-	1.899	-	314	-	1.178
Ciclo combinado	6.043	1.898	865	934	2.909	920	-	774	-	4.240
Total 2011	9.165	4.550	4.242	2.246	5.273	2.820	389	3.476	7.420	10.827
Total 2010	9.176	4.550	4.242	2.262	5.273	2.792	389	3.476	7.420	10.782
% 11/10	-0,1	0,0	0,0	-0,7	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,4

	Canaria	Extremadura	Galicia	La Rioja	Madrid	Mejilla	Murcia	Navarra	Pais Vasco	Total
Hidráulica	-	2.292	3.056	30	56	-	24	77	120	17.564
Nuclear	-	2.018	-	-	-	-	-	-	-	7.777
Carbón (1)	-	-	2.031	-	-	-	-	-	-	217
Fuel/gas	99	-	0	-	85	0	-	-	0	4.376
Ciclo combinado	-	-	1.238	799	-	3.318	1.233	1.951	27.123	
Total 2011	99	4.310	6.325	829	56	85	3.342	1.310	2.288	69.050
Total 2010	99	4.310	6.795	829	56	85	3.342	1.310	2.288	69.475
% 11/10	0,0	0,0	-6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,6

(1) A partir del 1 de enero 2011 se incluye GICC (Elcogás) en carbón nacional ya que según el R.D. 134/2010 esta central está obligada a participar, como unidad vendedora que utiliza carbón autóctono como combustible, en el proceso de resolución de restricciones por garantía de suministro.

Potencia instalada del régimen especial (MW) (1)

	Andalucía	Aragón	Asturias	Balears	C. Valenciana	Cantabria	Castilla-La Mancha	Castilla y León	Cataluña	
Renovables	4.805	2.208	594	67	1.557	286	114	4.925	5.562	1.589
Hidráulica	143	255	77	0	31	0,5	74	128	248	281
Eólica	3.037	1.727	430	4	1.190	145	35	3.709	4.835	1.020
Otras renovables	1.625	226	87	63	336	140	5	1.088	479	288
Biogás	19	13	9	0	10	1	3	9	5	47
Biomasa	218	71	77	0	23	0	0	48	20	12
Solar fotovoltaica	790	142	1	63	303	139	2	881	454	230
Solar termoelectrica	598	0	0	0	0	0	0	150	0	0
No renovables	1.031	615	156	83	650	33	314	466	636	1.339
Calor residual	12	0	0	0	9	0	0	0	0	0
Fuel, gasóleo y gases licuados del petróleo	130	30	24	5	48	33	9	93	45	97
Gas natural	833	575	59	4	539	0	251	289	591	1.195
Subproductos minera (2)	56	10	73	0	54	0	44	84	0	0
Residuos sólidos urbanos	0	0	0	75	0	0	10	0	0	47
Total 2011	5.836	2.823	750	150	2.208	319	427	5.391	6.197	2.928
Total 2010	5.274	2.714	666	145	2.112	342	424	5.251	5.376	2.691
% 11/10	10,7	4,0	12,6	3,5	4,5	-6,9	0,8	2,7	15,3	8,8

	Canaria	Extremadura	Galicia	La Rioja	Madrid	Mejilla	Murcia	Navarra	Pais Vasco	Total
Renovables	0	868	3.874	565	135	0	624	1.329	335	29.437
Hidráulica	0	20	493	27	44	0	14	151	54	2.041
Eólica	0	0	3.281	448	0	0	191	984	194	21.239
Otras renovables	0	849	90	90	91	0	418	194	87	6.157
Biogás	0	1	11	5	43	0	3	7	23	209
Biomasa	0	16	67	0	0	0	16	38	42	650
Solar fotovoltaica	0	532	12	85	49	0,1	398	148	22	4.249
Solar termoelectrica	0	300	0	0	0	0	1	0	0	1.049
No renovables	0	19	622	48	330	2	309	175	571	7.401
Calor residual	0	4	0	0	0	0	3	0	0	68
Fuel, gasóleo y gases licuados del petróleo	0	0	312	2	16	0	30	7	35	916
Gas natural	0	16	289	45	284	0	276	169	388	5.801
Subproductos minera (2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Residuos sólidos urbanos	0	0	22	0	30	2	0	0	100	285
Total 2011	0	888	4.497	612	466	2	933	1.505	906	36.838
Total 2010	0	709	4.419	608	453	2	872	1.472	834	34.364
% 11/10	-	25,2	1,8	0,8	2,9	0,0	7,0	2,2	8,6	7,2

(1) Datos provisionales.
(2) Incluye productos no comerciales de explotaciones mineras, carbón, gas residual y gas de refinería.
Fuente: Comisión Nacional de Energía (CNE).

1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Espainiako sistema elektrikoa

Balance de energía eléctrica nacional

	Sistema peninsular		Sistemas extrapeninsulares		Total nacional	
	CWh	%11/10	CWh	%11/10	CWh	%11/10
Hidráulica	27.571	-28,7	0	-	27.571	-28,7
Nuclear	57.731	-6,9	-	-	57.731	-6,9
Carbón(1)	43.488	96,8	3.031	-10,4	46.519	82,6
Fuel/gas(2)	0	-	7.479	-3,2	7.479	-21,7
Ciclo combinado	50.734	-21,5	4.406	10,4	55.140	-19,6
Régimen ordinario	179.525	-5,1	14.915	-1,2	194.440	-4,8
- Consumos en generación	-7.247	8,6	-882	-1,9	-8.129	7,4
Regimen especial	91.815	1,1	996	3,2	92.811	1,1
Hidráulica	5.283	-22,6	1	-	5.284	-22,6
Eólica	41.799	-3,3	361	7,1	42.160	-3,2
Solar fotovoltaica	7.081	15,3	333	17,7	7.414	15,4
Solar termoeléctrica	1.823	163,6	-	-	1.823	163,6
Térmica renovable	3.792	19,5	33	-79,4	3.825	14,8
Térmica no renovable	32.037	4,1	268	45,3	32.305	4,3
Generación neta	264.092	-3,4	15.030	-0,9	279.121	-3,2
- Consumos en bombeo	-3.215	-27,9	-	-	-3.215	-27,9
+ Enlace Península-Baleares(3)(4)	-0,5	-	0,5	-	0	-
+ Intercambios internacionales(4)	-6.090	-26,9	-	-	-6.090	-26,9
Demanda (b.c.)	254.786	-2,2	15.030	-0,9	269.816	-2,1

(1) A partir del 1 de enero 2011 se incluye CICCC (Elcogás) en carbón nacional ya que según el R.D. 134/2010 esta central está obligada a participar, como unidad vendedora que utiliza carbón autóctono como combustible, en el proceso de resolución de restricciones por garantía de suministro. (2) En el sistema eléctrico de Baleares se incluye la generación con grupos auxiliares. (3) Fase de pruebas. (4) Valor positivo: saldo importador; Valor negativo: saldo exportador.

Cobertura de la demanda anual de energía eléctrica peninsular



19%	Ciclo combinado
15%	Carbón
21%	Nuclear
12%	Hidráulica(1)
16%	Eólica
3%	Solar fotovoltaica
1%	Solar termoeléctrica
1%	Térmica renovable
12%	Cogeneración y resto(2)

(1) No incluye la generación de bombeo.
(2) Incluye térmica no renovable y fuel/gas.

1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Espainiako sistema elektrikoa

Balance de energía eléctrica (CWh)

	Asturias	Aragón	Asturias	Baleares	C. Valenciana	Cantabria	Cataluña	Castilla-La Mancha	Castilla y León	Cataluña
Hidráulica	1.125	2.017	1.059	-	1.303	0	415	561	8.594	3.053
Nuclear	0	0	0	-	7.901	-	0	8.383	3.742	21.849
Carbón(1)	8.708	6.680	7.787	3.031	0	-	0	1.699	9.741	14
Fuel/gas(2)	0	0	0	1.330	0	5.704	0	0	0	0
Ciclo combinado	14.032	1.505	1.817	1.390	6.891	3.016	0	3.353	0	9.587
Régimen ordinario	23.865	10.202	10.663	5.751	16.094	8.720	415	13.996	22.077	34.503
- Consumos generación	-856	-617	-609	-376	-516	-472	-5	-882	-984	-1.336
Regimen especial	15.598	8.208	2.167	368	4.485	621	1.581	10.875	13.765	9.046
Generación neta	38.607	17.792	12.221	5.743	20.063	8.869	1.991	23.988	34.857	42.213
- Consumos bombeo	-302	-279	-25	-	-1.126	-	-499	-130	-367	-276
+ Saldo Intercambios(3)	-953	-7.454	-1.726	0,5	7.702	-	-3.133	-11.685	-20.172	7.598
Demanda (b.c.) 2011	37.353	10.060	10.470	5.743	26.639	8.869	4.625	12.173	14.318	49.536
Demanda (b.c.) 2010	38.541	9.782	10.706	5.840	27.515	8.895	4.768	12.360	14.793	50.169
% 11/10	-3,1	2,8	-2,2	-1,7	-3,2	-0,3	-3,0	-1,5	-3,2	-1,3

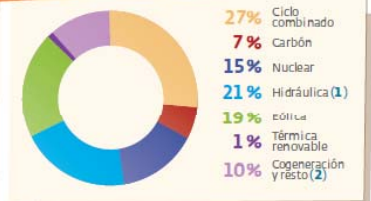
	Canaria	Extremadura	Galicia	La Rioja	Madrid	Navarra	País Vasco	Total		
Hidráulica	-	3.531	5.350	75	139	-	75	90	186	27.571
Nuclear	-	15.857	0	0	0	-	0	0	0	57.731
Carbón(1)	-	0	8.503	0	0	-	0	0	357	46.519
Fuel/gas(2)	222	0	0	0	0	222	0	0	0	7.479
Ciclo combinado	-	0	2.304	998	0	-	5.535	1.221	3.489	55.140
Régimen ordinario	222	19.388	16.157	1.073	139	222	5.610	1.311	4.032	194.440
- Consumos generación	-20	-652	-536	-29	-2	-14	-138	-38	-47	-8.129
Regimen especial	0	1.955	11.000	1.332	1.611	7	2.621	4.203	3.369	92.811
Generación neta	203	20.690	26.621	2.376	1.748	215	8.093	5.476	7.354	279.121
- Consumos bombeo	-	-63	-149	0	0	-	0	0	0	-3.215
+ Saldo Intercambios(3)	-	-16.151	-6.274	-650	29.069	-	-316	-565	12.352	-6.090
Demanda (b.c.) 2011	203	4.477	20.198	1.725	30.817	215	7.778	4.911	19.706	269.816
Demanda (b.c.) 2010	218	4.641	20.739	1.759	30.863	213	8.043	5.130	20.720	275.696
% 11/10	-6,7	-3,5	-2,6	-1,9	-0,1	0,7	-3,3	-4,3	-4,9	-2,1

(1) A partir del 1 de enero 2011 se incluye CICCC (Elcogás) en carbón nacional ya que según el R.D. 134/2010 esta central está obligada a participar, como unidad vendedora que utiliza carbón autóctono como combustible, en el proceso de resolución de restricciones por garantía de suministro. (2) En el sistema eléctrico de Baleares se incluye la generación con grupos auxiliares. (3) Valor provisional. Incluye saldo de intercambios de energía entre comunidades e internacionales. Un valor positivo indica un saldo de intercambios importador y un valor negativo exportador.

1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

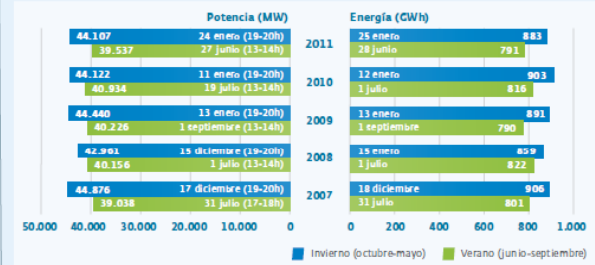
Espainiako sistema elektrikoa

Cobertura de la máxima demanda de potencia media horaria peninsular 44.107 MW (*)

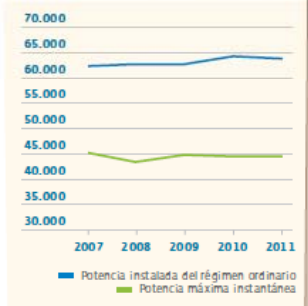


(1) No incluye la generación de bombeo.
 (2) Incluye térmica no renovable y fuel/gas.
 (*) 24 de enero del 2011 (19-20 h).

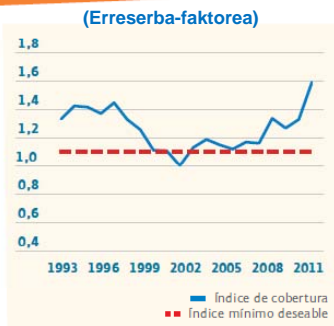
Máxima demanda de potencia media horaria y de energía diaria



Comparación entre potencia máxima instantánea y potencia instalada del régimen ordinario peninsular (MW)



Evolución del índice de cobertura peninsular (Erreserba-faktorea)

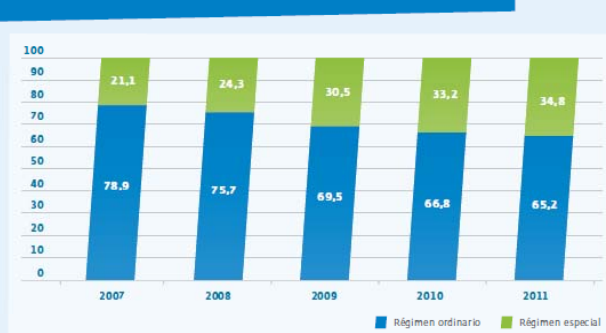


IC = Pd/Ps IC: Índice de cobertura
 Pd: Potencia disponible en el sistema
 Ps: Punta de potencia demandada al sistema

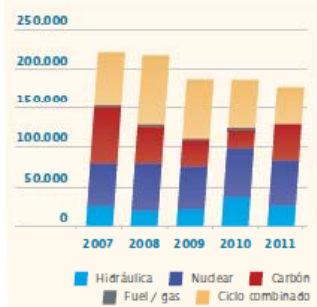
1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Espainiako sistema elektrikoa

Estructura de la cobertura de la demanda en b.c. (%)

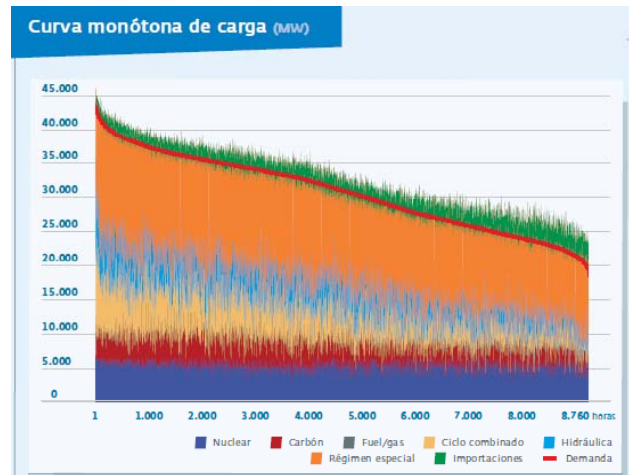
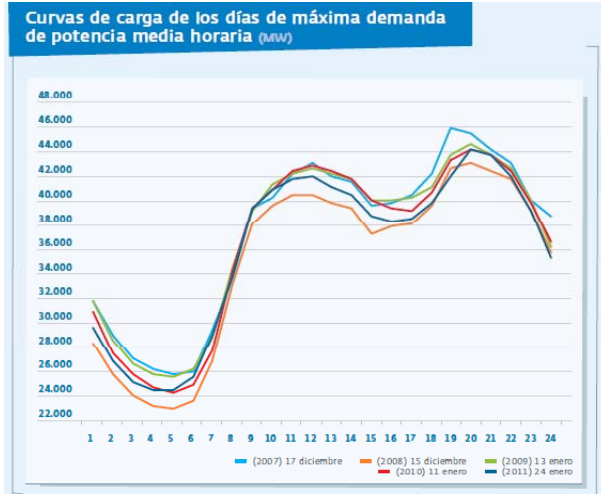


Evolución de la producción bruta en b.a. del régimen ordinario peninsular (GWh)



1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Espainiako sistema elektrikoa



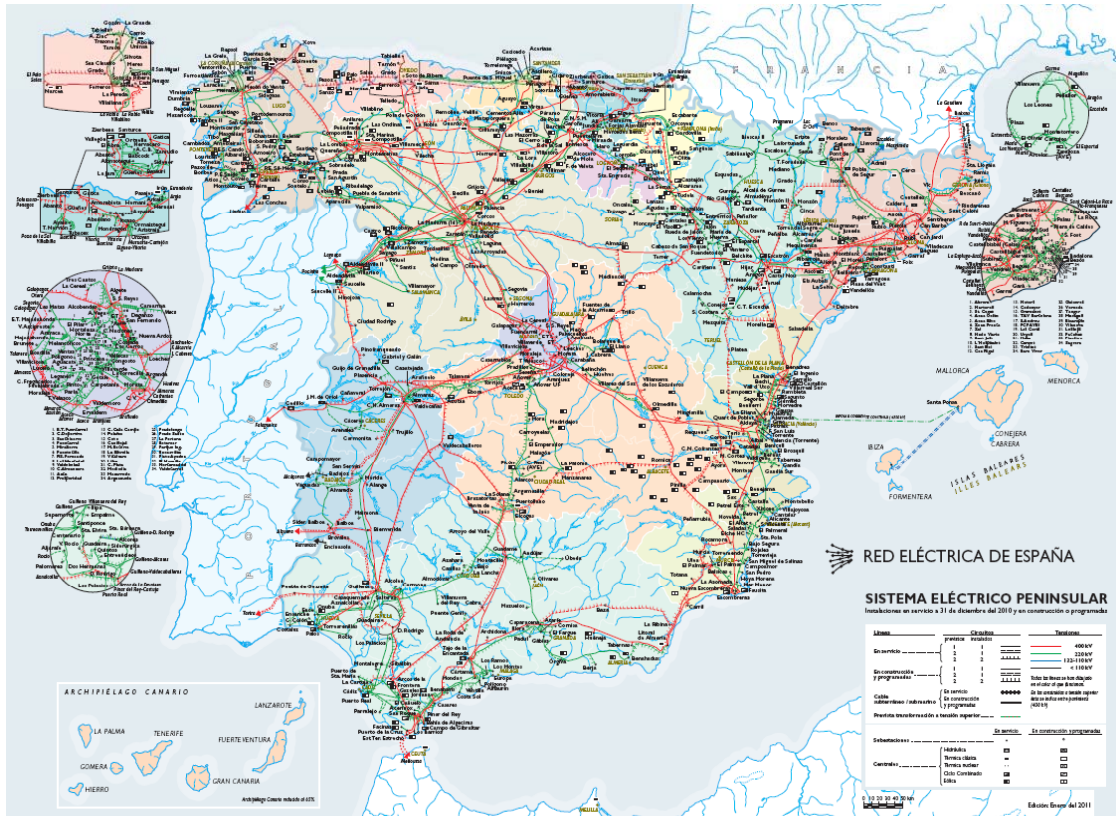
1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Espainiako sistema elektrikoa



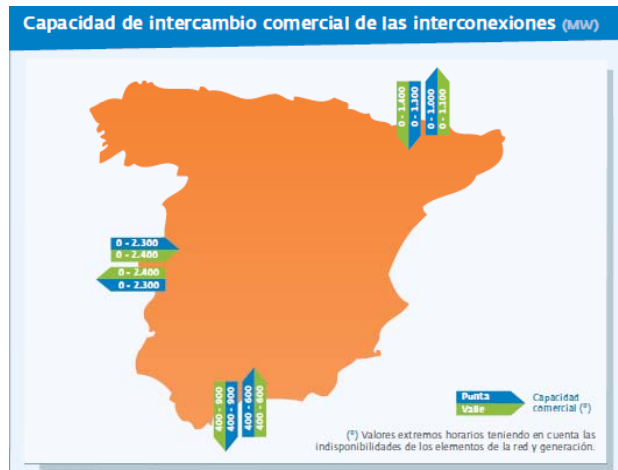
1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Espainiako sistema elektrikoa



1. gaia. Eskariari erantzuna ematea

Espainiako sistema elektrikoa



Intercambios internacionales físicos (CWh)

	Entrada		Salida		Saldo(1)		Volumen	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Francia	1.983	3.987	3.514	2.463	-1.531	1.524	5.497	6.450
Portugal	3.189	3.930	5.823	6.744	-2.634	-2.814	9.012	10.674
Andorra	0	0	264	306	-264	-306	264	306
Marruecos	34	16	3.937	4.510	-3.903	-4.495	3.971	4.526
Total	5.206	7.932	13.539	14.023	-8.333	-6.090	18.745	21.955

(1) Valor positivo: saldo importador; Valor negativo: saldo exportador.

ENERGIA ELEKTRIKOAREN SORKUNTZA

2. GAIA. SISTEMAREN KUDEAKETA EKONOMIKOA. MERKATU ELEKTRIKOA

- 2.1 Sektorea arautzea
 - 2.1.1 Oinarriak
 - 2.1.2 Jarduerak
 - 2.1.3 Agenteak
- 2.2 Iberiar penintsulako elektrizitate-merkatua (MIBEL)
 - 2.2.1 Oinarri nagusiak
 - 2.2.2 Epeko merkatuak
 - 2.2.3 Eguneko merkatua
 - 2.2.4 Murrizketen merkatua
 - 2.2.5 Operazio-merkatua
 - 2.2.6 Egun barneko merkatua
 - 2.2.7 Programazioa
- 2.3 Likidazioak
 - 2.3.1 Likidazioaren kontzeptua
 - 2.3.2 Energiaren bukaerako salneurria

2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa Sektorea arautzea. Oinarriak.

■ Horniketa:

SORKUNTZA → GARRAIOA → BANAKETA → KONTSUMOA

■ Hainbat agenteren parte-hartzea → Antolaketa

Monopolioa
Oligopolioa
Lehia
Mistoa

- Sektorea arautzeak sistema elektriko osoaren antolaketa ezartzen du. Hau da, sisteman parte hartzen duten guztiek (sorkuntzatik kontsumitzaileengana) jarraitu beharreko arauak ezartzen ditu.
- Espainiako sektore elektrikoaren lege-araudia: Sektore elektrikoaren 54/97 Legea + Errege Dekretuak eta Ministro Ordenak.

2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa

Sektorea arautzea. Jarduerak.

- Sektore elektrikoaren jarduerak
 - ◆ Sorkuntza: energia elektrikoaren ekoizpena eta zentralen eraikuntza eta ustiapena.
 - ◆ Garraioa: $Un \geq 220$ kV sarearen eraikuntza eta ustiapena eta nazioarteko konexioak.
 - ◆ Banaketa: $Un < 220$ kV sarearen eraikuntza eta ustiapena.
 - ◆ Komertzializazioa: bezero gaituei energia elektrikoa saltzea.
 - ◆ Kudeaketa ekonomikoa: sorkuntza-merkatuaren kudeaketa.
 - ◆ Kudeaketa teknikoa: sorkuntza- eta garraio-sistemen kudeaketa.
- Jardueren banaketa
 - Lehiakortasunean: sorkuntza eta komertzializazioa
 - ◆ Merkatu elektriko baten bidez, sorkuntza-enpresen arteko lehiakortasuna.
 - ◆ Sorkuntza berriaren plangintzarako askatasuna.
 - ◆ Elektrizitatearen komertzializazioaren lehia.
 - ◆ Elektrizitate-hornitzailea aukeratzeko askatasuna.
 - ◆ Europar Batasuneko beste kideekin elektrizitatea salerosteko askatasuna.
 - Arauturikoak: garraioa, banaketa, eragiketa ekonomikoa eta teknikoa
 - ◆ Elektrizitatearen garraio eta banaketaren monopolio arautua.
 - ◆ Garraio- eta banaketa-sareetan sartzeko eskubidea.
 - ◆ Garraio-sarearen plangintza zentralizatua.

2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa

Sektorea arautzea. Agentek.

- Sorkuntza
 - «Erregimen arrunteko» ekoizleak
 - ◆ Enpresak: Endesa, Iberdola, Unión Fenosa, Hidrocantábrico, E-On. (Endesa eta Iberdola merkatuaren % 80)
 - «Erregimen bereziko» ekoizleak
 - Autoekoizleak
- Garraio-sarearen kudeatzailea: REE
- Banatzaileak
 - Enpresak: sorkuntzako berdinak eta banatzaile txikiak. (Endesa eta Iberdola merkatuaren % 80)
- Komertzializatzaileak
 - Enpresak: sorkuntzako berdinak
- Kontsumitzaileak
 - Merkatuko kontsumitzaileak
 - Arauturiko tarifako kontsumitzaileak (TUR)
- Sistemaren operadorea (kudeaketa teknikoa): REE
- Merkatu-eragilea (kudeaketa ekonomikoa): OMIE (lehen OMEL) eta OMIP
- Arautze-organoak: Ekonomia Ministerioa, Comisión Nacional de Energía (CNE) eta Europako Komisioa
- Kanpoko agentek



Mercado de la electricidad en España



2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. Iberiar penintsulako elektrizitate-merkatua. Oinarriak.

- Ekipoen funtzionamendua (programazioa) eskaintza eta eskariaren legearen emaitza da.
- Eperako, eguneko eta epe motzeko energiaren negoziazioa.
- Eskaria bete arte, eskaintzak bere salneurriaren arabera aukeratzen dira.

tiempo	Mercado	Quién lo gestiona	Producto	
Antes del despacho (hasta D-1)	Mercado de contratos bilaterales	OTC, OMIP	Contratos a plazo físicos y financieros	} MERCADOS A PLAZO
	Subastas de contratos a plazo	VPP: Endesa / IBD CESUR: CNE	VPP: Opciones sobre MW CESUR: Contratos físicos	
Día anterior al despacho (D-1)	Mercado del día anterior	OMEL	Energía horaria	} MERCADO DIARIO
	Mercado de restricciones	REE	REE compra opciones sobre energía (subir/bajar)	
	Mercados de SSCC: Reserva secundaria Reserva terciaria	REE	Reserva 2ª: MW Reserva 3ª: MWh El resto de SSCC son obligatorios	
Día del despacho (D)	Intradíarios	OMEL	Energía horaria	} MERCADOS DE CORTO PLAZO
	Gestión de desvíos	REE	Energía a subir y bajar	
	Gestión de restricciones	REE	Energía a subir y bajar	

MIBELen egitura eta segida

2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Eperako merkatuak.

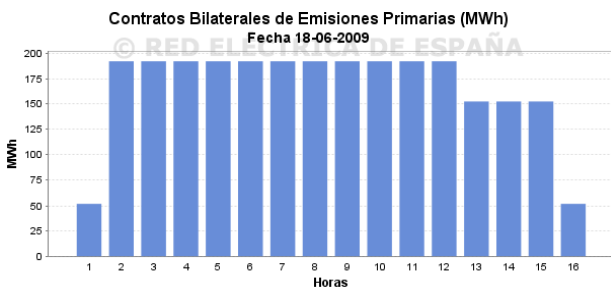
- Elektrizitatearen eperako merkatuetan, energia eman aurretik (urteak, hilabeteak, asteak edo egunak), elektrizitate-salerosketa kontratuak egiten dira 24 ordu baino gehiagoko denbora-tarteentzat (asteak, hilabeteak, hiruhilekoak, urteak).
- Kontratu eta merkatu motak:
 - Etorkizun-kontratuak eta antolaturiko beste produktu batzuk. Antolaturiko merkatu eta enkanteen bidezko kontratazioa.
 - Bi aldeko kontratuak, energiaren emate fisikoarekin edo diferentzien arabeko finantza-likidazioarekin. Agenteen arteko bi aldeko kontratazioa («over the counter» edo OTC merkatu gisa ezagutzen da, ez dago antolatua eta agenteek bitarteko edo *brokeren* bidez egiten dituzte transakzioak).

2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Eperako merkatuak.

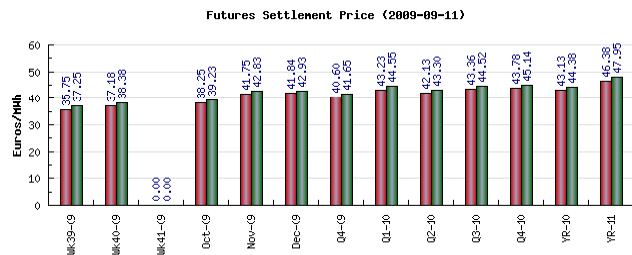
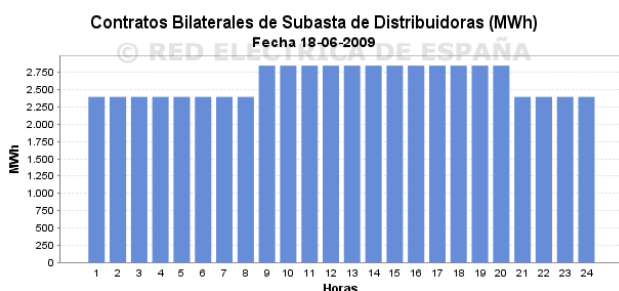
■ MIBELen eperako elektrizitate-merkatuak:

- Antolaturik ez dagoen bi aldeko kontratuen merkatua:
 - Fisikoak: agente erosle eta saltzaileen beharren arabera diseinaturiko bi aldeko kontratuak, energiaren emate fisikoarekin.
 - Finantzarioak (OTC): agenteek bitarteko edo *brokeren* bidez egindako diferentzien arabera finantza-likidazio kontratuak, energiaren emate fisikorik gabe.
- Antolaturiko merkatuak: merkatuko eragile batek kudeaturiko eta parte-hartzaile guztiek ezagutzen duten prozedura. Hiru dira:
 - Jaulkitze primarioen enkanteak: potentzia birtualaren enkantea.
 - CESUR (Contratación de Energía para el Suministro de Último Recurso) enkanteak: irteten den salneurria arauturiko tarifako erreferentzia gisa erabiltzen da.
 - OMIP etorkizun-merkatua.

2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Eperako merkatuak. Emaitzak.



<http://www.esios.ree.es>



OMIP etorkizun-merkatuko salneurriak (€/MWh) 2009/09/11n. Kontratu bakoitzak 1 MW bat ematea esan nahi du, zehazturiko denbora-tartearen ordu guztietan:

- FTB WK39-09: 2009. urteko 39. astea
- FTB WK40-09: 2009. urteko 40. astea
- FTB WK41-09: 2009. urteko 41. astea
- FTB M Oct-09: 2009. urteko urria
- FTB M Nov-09: 2009. urteko azaroa
- FTB M Dec-09: 2009. urteko abendua
- FTB Q4-09: 2009. urteko laugarren hiruhilekoa
- FTB Q1-10: 2010. urteko lehen hiruhilekoa
- FTB Q2-10: 2010. urteko bigarren hiruhilekoa
- FTB Q3-10: 2010. urteko hirugarren hiruhilekoa
- FTB Q4-10: 2010. urteko laugarren hiruhilekoa
- FTB YR-10: 2010. urtea
- FTB YR-11: 2011. urtea

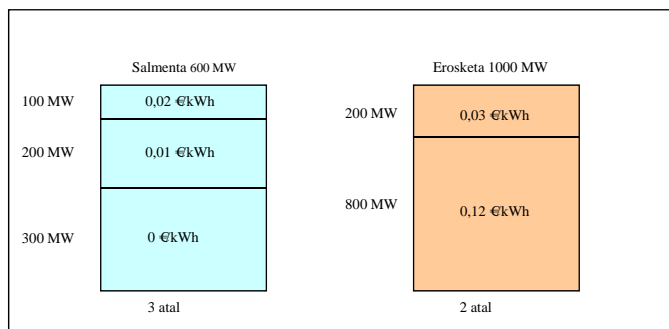
2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Eguneko merkatua. Agentekak.

- Merkatuan parte har dezaketen agenteak dira ekoizleak, autoekoizleak, erregimen bereziko ekoizleak, kanpoko agenteak, banatzaileak, komertzializatzaileak eta kontsumitzaile gaituak.

- Baldintzak:
 - Dagokien administrazio-erregistroan erregistraturik egotea.
 - Ekoizpen-merkatuaren funtzionamendu- eta likidazio-arauetara atxikimendu-kontratu baten bidez atxikirik egotea.
 - Eskaturiko berme ekonomikoa aurkeztea.

2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Eguneko merkatua. Eskaintzak.

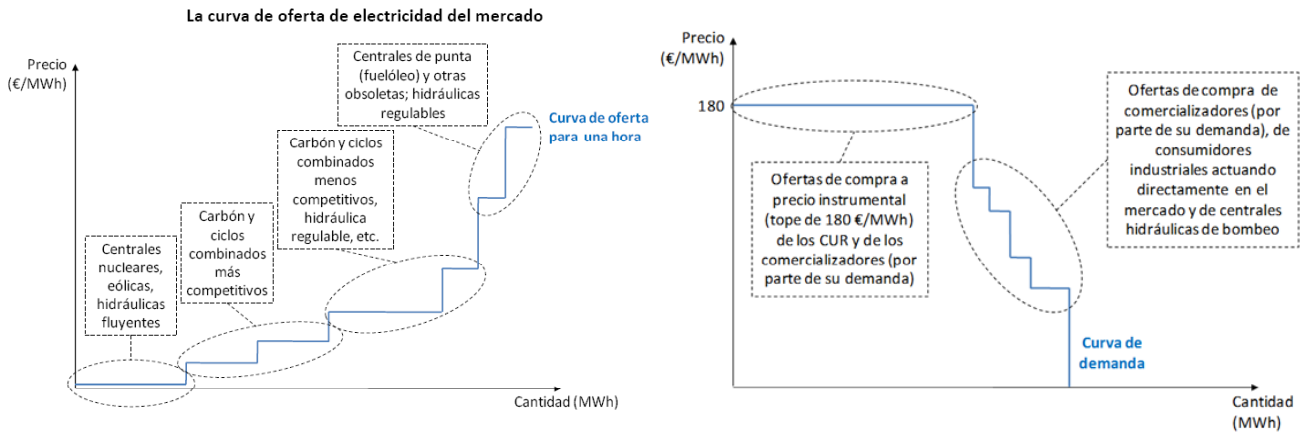
- Eguneko merkatuan ematen da hurrengo eguneko 24 orduetarako energia-ekoizpen eta -horniketaren salerosketa.
- Energiarik gehiena merkatu honetan negoziatzen da. (500-700 GWh/egun)
- Eskaintzak:
 - Salmenta: nahitaezkoa Pot > 50 MW hautazkoa 1 MW < Pot < 50 MW
 - ◆ sinpleak: X MWh, Y zent€/kWh
Atal bakoitzean salneurria handituz
 - ◆ Konplexuak
 - Eskuratzea:
 - ◆ Sinpleak: X MWh, Y zent€/kWh
Atal bakoitzean salneurria txikituz



- D+1 egunerako eskaintzen sarrerak ixtea: D eguneko 10:00ak
- D+1 egunerako emaitzak: D eguneko 11:00ak

2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Eguneko merkatua. Operazio-oinarria.

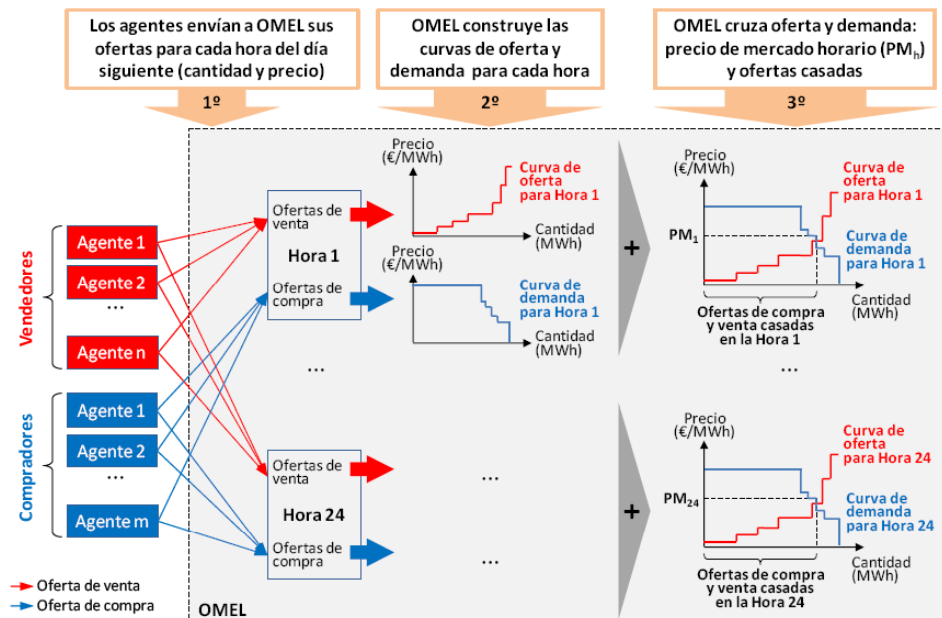
- Eskaintzen metaketa: eguneko ordu bakoitzerako eskaintza eta eskarien kurba metatuak.



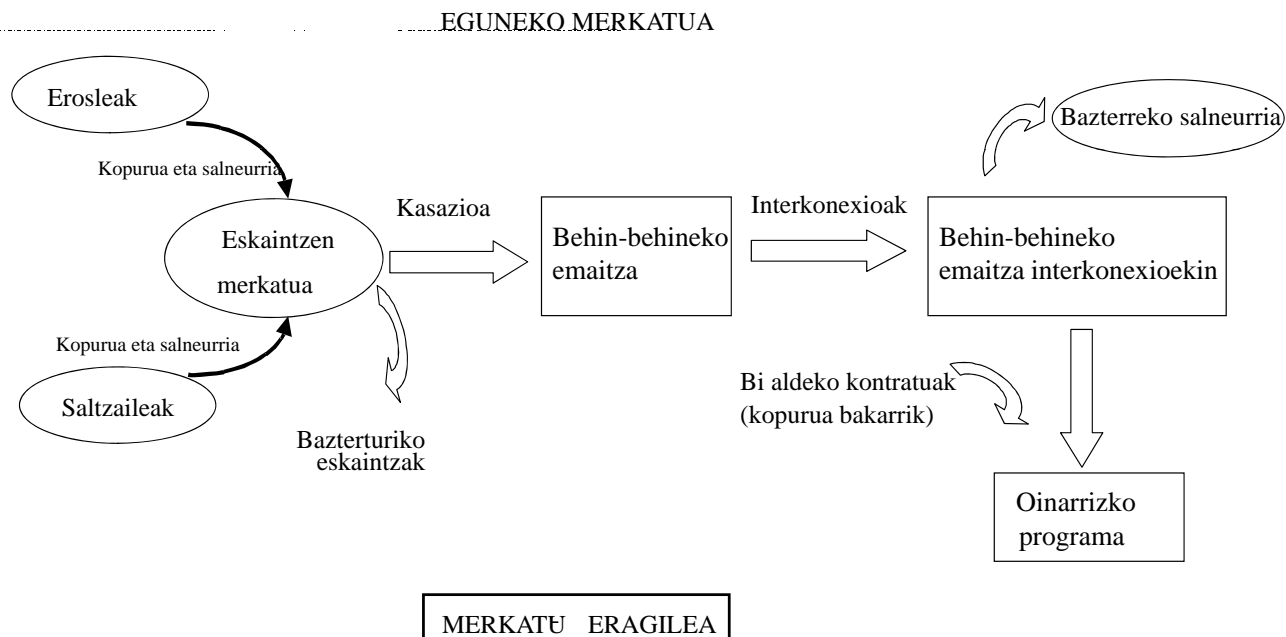
<http://www.energiaymercado.es>

2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Eguneko merkatua. Operazio-oinarria.

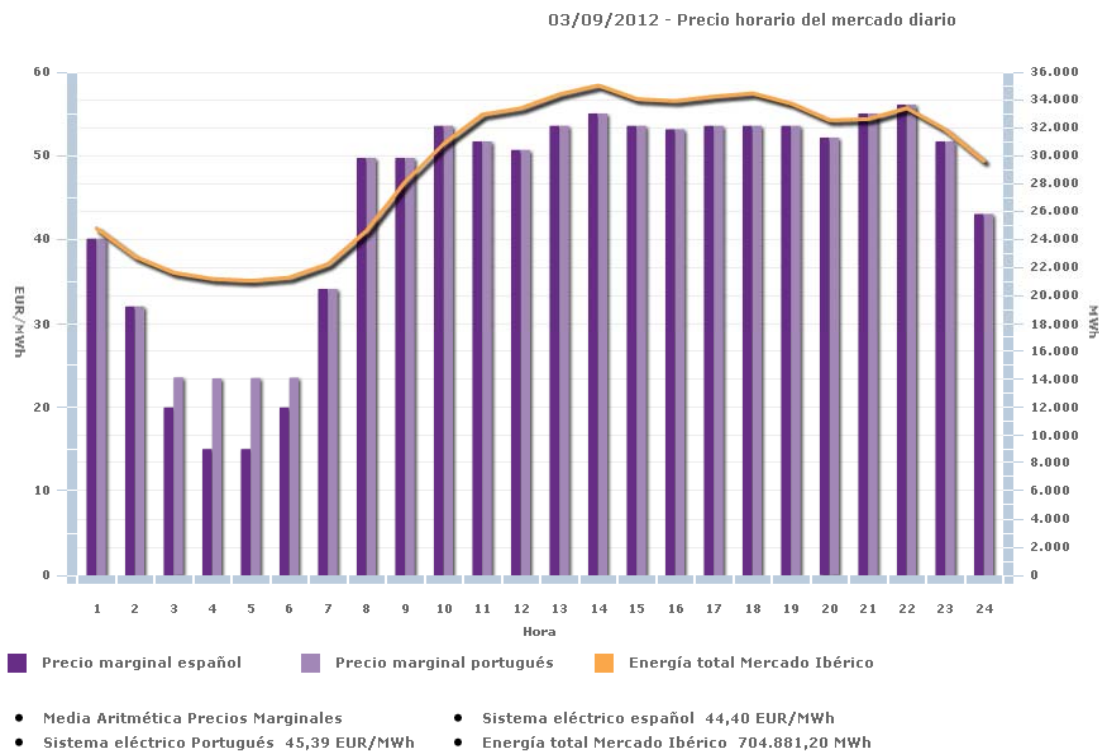
- Operazio-oinarria:
 - Orduz orduko eskaintza eta eskarien kasazioa.
 - Energia orduko bazterreko salneurrian ordaintzen da.



2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Eguneko merkatua. Operazio-segida.



2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Eguneko merkatua. Emaidzak.

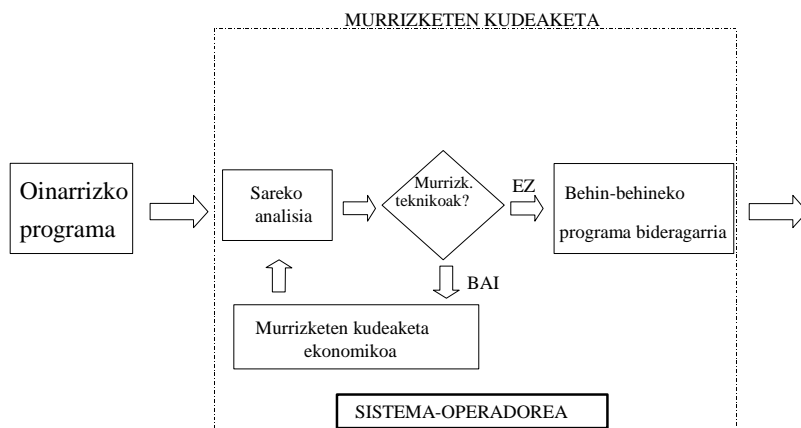


2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Murrizketa teknikoak.

- Murrizketa teknikoak da ekoizpen-programa jakin bat aurrera eramateko dagoen eragozpen fisikoa.
- «Igotzeko» murrizketak: gehienetan, bertako ekoizpena nahikoa ez delako gertatzen dira, eta zehatzago, potentzia erreaktiboaren sorkuntza nahikoa ez delako.
- «Jaisteko» murrizketak edo buxadurak: eremu batean dagoen ekoizpen soberakina ateratzeko ezintasuna dagoenean gertatzen dira.
- Espainiako sistema elektrikoaren merkatuaren historian, murrizketa gehienak «Igotzekoak» izan dira. Ekoizpen beharra duten eremuetan gertatu dira (Andaluzia, Levante, Madril, Katalunia eta Kantabria). Hala ere, azken urteetan Andaluziako eta Levanteko murrizketak gutxiagotu egin dira, bertan instalatu diren ekoizpen-sistema berriak direla eta. Era berean, ugaritu egin dira «jaisteko» murrizketak, batez ere Cartagenan (Escombreras) instalatu den gehiegizko ekoizpena dela eta.

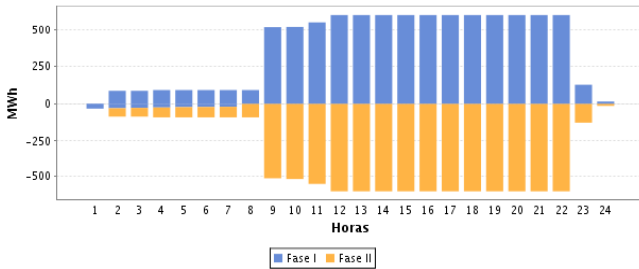
2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Murrizketen merkatua. Operazio-oinarria.

- Sistemaren operadoreak zehazten ditu Oinarrizko Programaren murrizketak.
- Murrizketak konpontzeko:
 - Igotzeko eta jaisteko eskaintzak sartuz: eskaintza-prezioan ordaintzen dira.
- Prozesua 14:00etan amaitzen da, behin-behineko eguneko programaren argitalpenarekin.

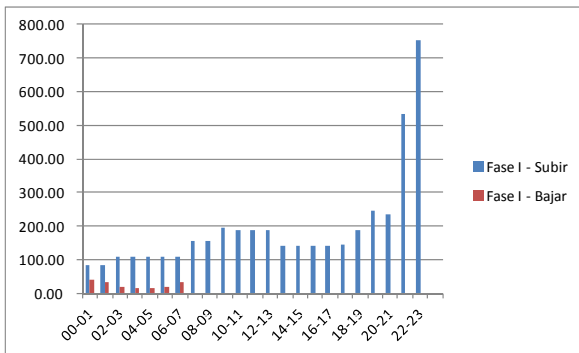
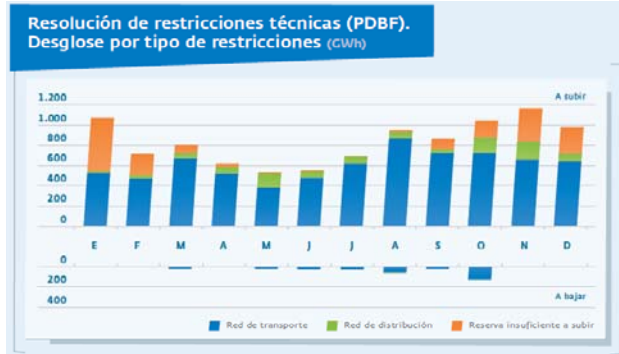


2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Murrizketen merkatua. Emaizak.

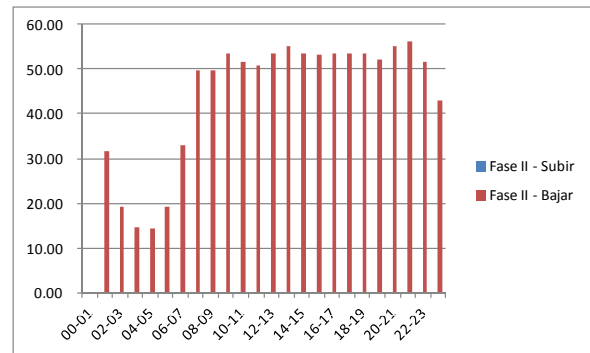
Energía horaria del Proceso de Solución de Restricciones Técnicas del PDBF (MWh)
Fecha 03-09-2012



<http://www.esios.ree.es/>



Murrizketen batez besteko orduko salneurria (€/MWh)
Fase I / 2012-09-03

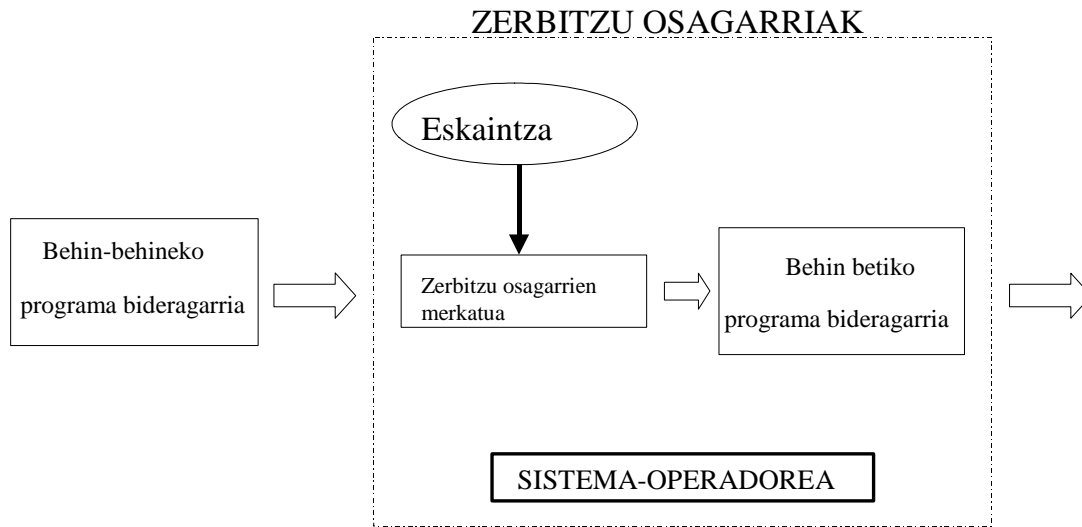


Murrizketen batez besteko orduko salneurria (€/MWh)
Fase II / 2012-09-03

2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Operazio-merkatuak.

- Sorkuntza/eskaria oreka mantentzen da, sistema-operadoreak kudeaturiko zerbitzu osagarrien bidez.
- Sorkuntza da merkatuaren osagarri den eta lehiakortasunaren bidez zehazten den prozesu multzoa:
 - Erregulazio sekundarioa. Bere helburua da sorkuntzaren eta kontsumoaren arteko desorekei 30 segundo eta 15 minutu arteko denboran aurre egiteko ahalmena mantentzea. Sorkuntza igotzeko edo jaisteko ahalmena negoziatzen da eta bi kontzeptuengatik egiten da ordainketa: erabilgarritasuna (banda) eta erabilera (energia).
 - Erregulazio tertziarioa. Bere helburua da erregulazio sekundarioko erreserba berreskuratzea, hori erabili izan denean. Negoziatzen da 15 minutu baino lehen lor daitekeen eta gutxienez 2 orduz manten daitekeen potentzia-aldaketa. Erabilera (energia) ordaintzen da.
 - Desbideraketen kudeaketa. Bere helburua da, egun barneko merkatuko saio bat bukatzen denetik hurrengo saioak eragiten duen lehen ordura doan denbora-tartean, sorkuntzaren eta eskariaren artean aurreikusten den desbideraketa konpontzea. Arrazoi bat sorkuntzaren matxura izan daiteke. Beste bat, kasazioan sartu den eta aurreikusten den kontsumoaren arteko diferentzia.
- Eskaintzak bakarrik egin daitezke; eskaria finkoa da eta sistemaren operadoreak zehazten du zerbitzu eta ordu bakoitzarentzat.

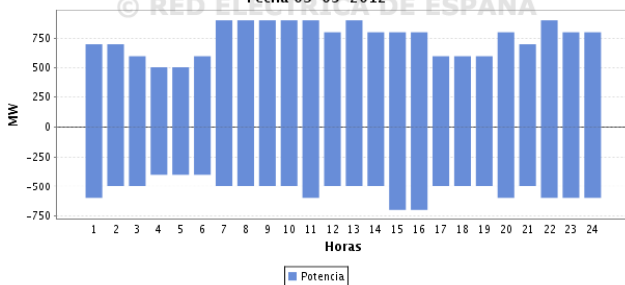
2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Operazio-merkatuak. Zerbitzu osagarriak.



2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Operazio-merkatuak. Erregulazio sekundarioa.

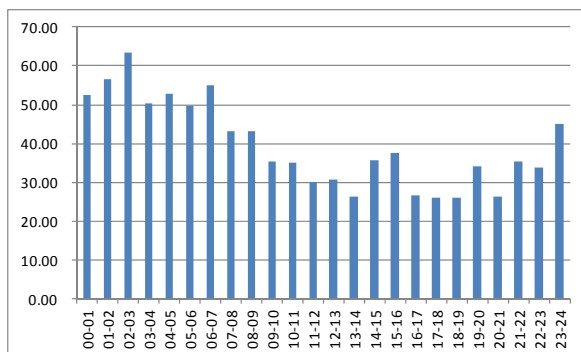
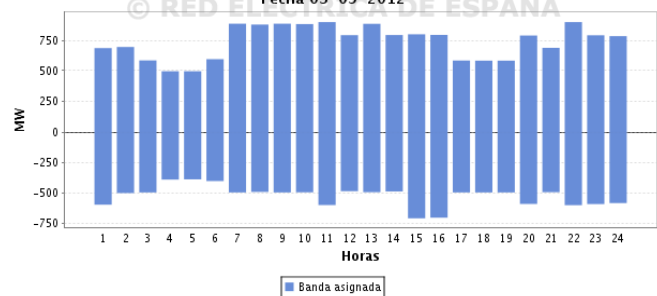
Requerimientos horarios de banda de Regulación Secundaria (MW)

Fecha 03-09-2012



Asignación de banda de Regulación Secundaria (MW)

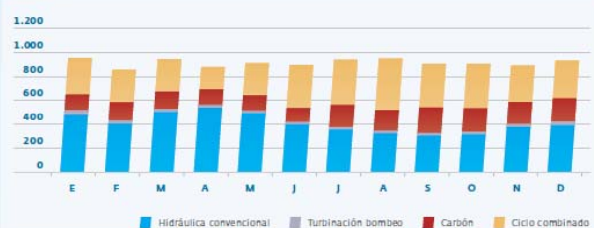
Fecha 03-09-2012



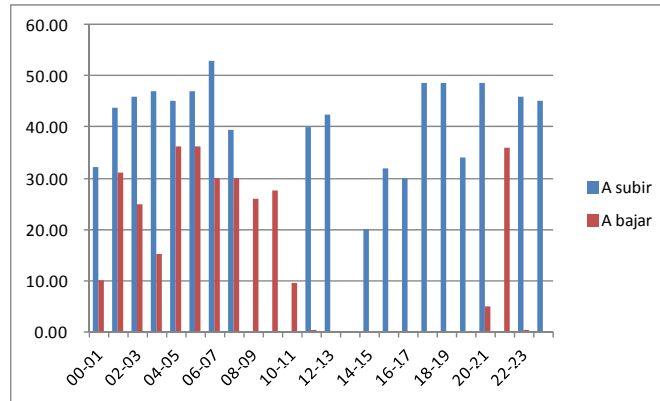
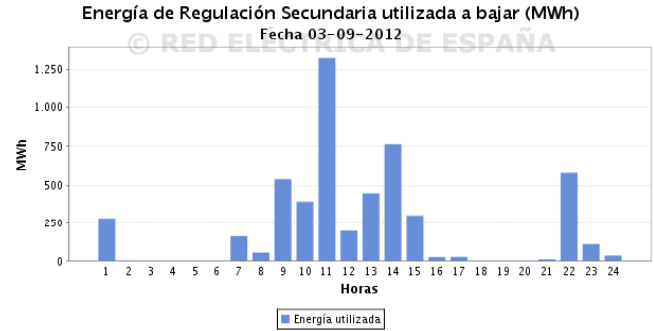
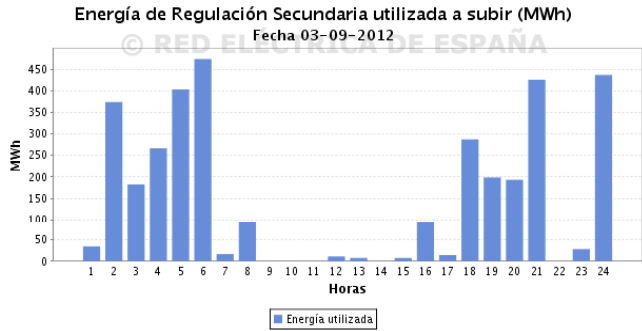
Banda sekundarioaren orduko salneurri marjinala (€/MW)

2012-09-03

Total mensual de banda de regulación secundaria asignada. Desglose por tecnologías (GW)

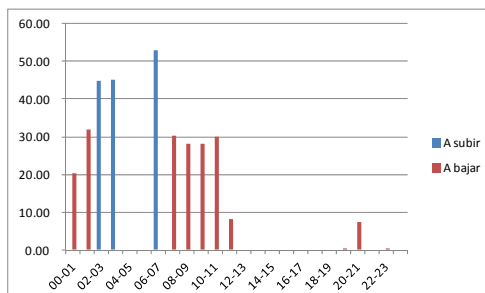


2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Operazio-merkatuak. Erregulazio sekundarioa.



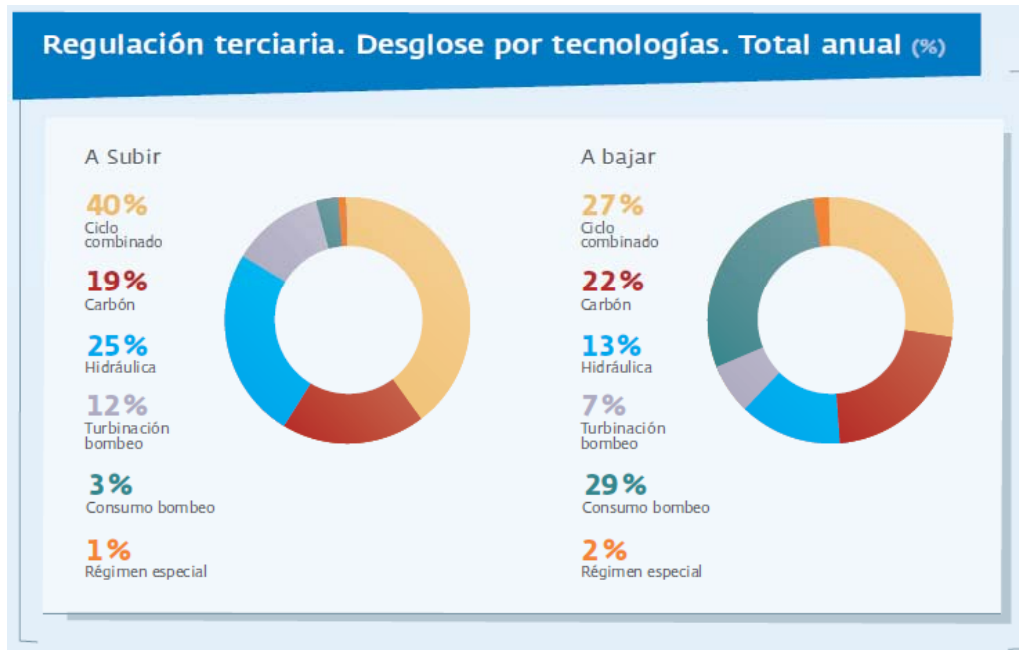
Erregulazio sekundarioaren orduko salneurri marjinala (€/MWh)
2012-09-03

2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Operazio-merkatuak. Erregulazio tertziarioa.

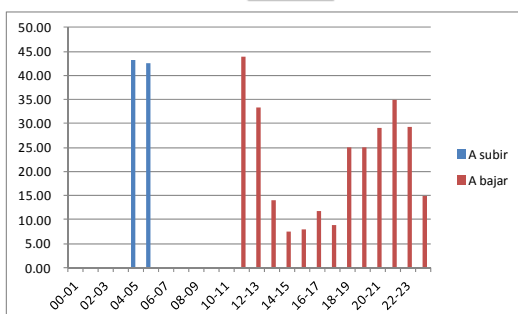


Erregulazio tertziarioaren orduko salneurri marjinala (€/MWh) 2012/09/03

2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Operazio-merkatuak. Erregulazio tertziarioa.



2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Operazio-merkatuak. Desbideraketen kudeaketa.



Desbideraketen orduru salneurri marginala (€/MWh) 2012-09-03

	Energía a subir			Energía a bajar		
	Energía (€/MWh)	Precio (€/MWh)	MWh	Energía (€/MWh)	Precio (€/MWh)	MWh
Enero	261	48,91	72,65	192	17,86	45,42
Febrero	112	51,38	62,00	415	32,46	49,50
Marzo	106	52,33	67,00	290	26,27	55,23
Abril	22	51,36	60,81	270	26,91	49,00
Mayo	130	53,21	70,00	79	27,31	51,00
Junio	175	54,19	70,44	51	36,85	50,00
Julio	47	53,46	70,05	71	36,97	53,42
Agosto	315	58,95	75,43	18	37,39	45,00
Septiembre	74	56,04	80,00	137	38,20	59,31
Octubre	39	62,05	75,00	264	35,40	63,60
Noviembre	247	56,02	150,00	83	26,05	55,20
Diciembre	247	53,82	68,00	176	29,43	46,82
Anual	1.775	54,30	150,00	2.046	29,83	63,60

(1) Precio medio ponderado de venta
(2) Precio medio ponderado de recompra

2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Egun barneko merkatua. Antolaketa.

■ Aldaketen merkatua da (negozio kopuru txikia)

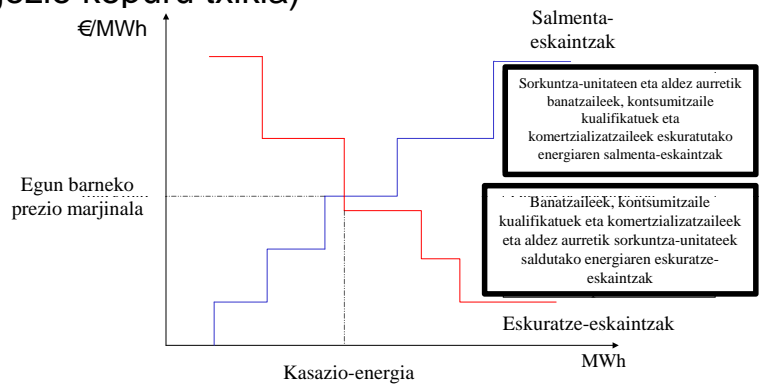
■ Eskaintzak:

□ Salmenta:

- ◆ Sinpleak eta konplexuak

□ Eskuratzea:

- ◆ Sinpleak eta konplexuak

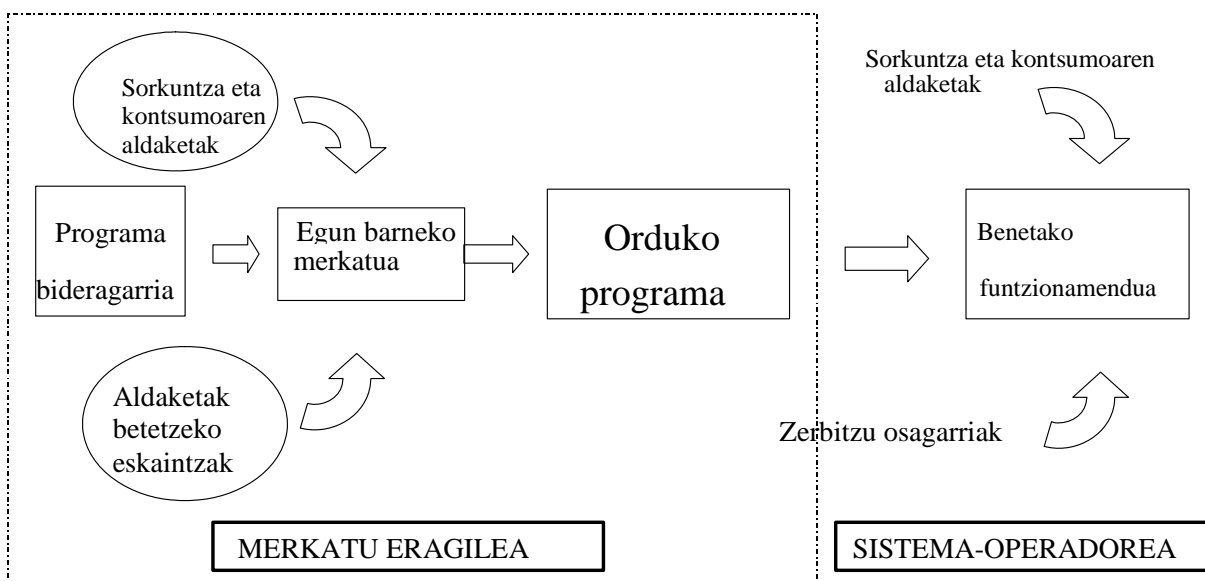


■ Sei saiotan egituraturik dago.

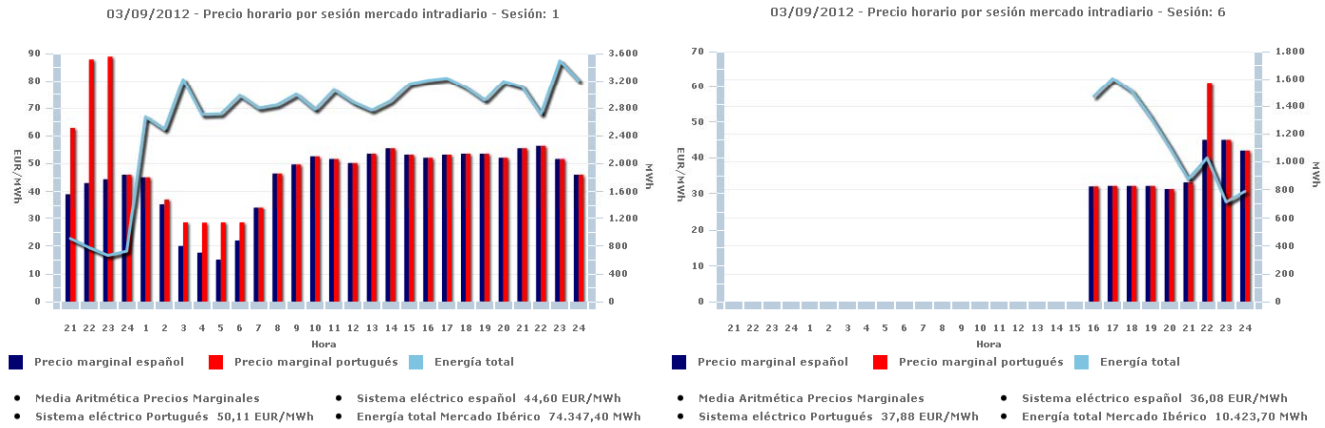
	SAIOA 1	SAIOA 2	SAIOA 3	SAIOA 4	SAIOA 5	SAIOA 6
Saio hasiera	16:00	21:00	01:00	04:00	08:00	12:00
Saio bukaera	17:45	21:45	01:45	04:45	08:45	12:45
Kasazioa	18:30	22:30	02:30	05:30	09:30	13:30
Banakapenak jasotzea	18:45	22:45	02:45	05:45	09:45	13:45
Murrizketen analisisa	19:20	23:10	03:10	06:10	10:10	14:10
Aldaketak murrizketen ondorioz	19:35	23:20	03:20	06:20	10:20	14:20
Programazio-tartea (Ordu-tarteak)	28 ordu (21-24)	24 ordu (1-24)	20 ordu (5-24)	17 ordu (8-24)	13 ordu (12-24)	9 ordu (16-24)

2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Egun barneko merkatua. Operazio-segida.

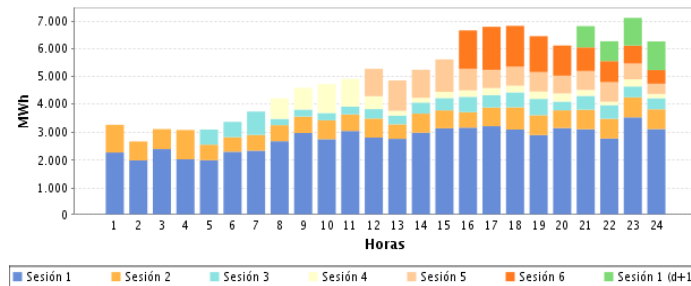
EGUN BARNEKO MERKATUA ETA BUKAERAKO PROGRAMAZIOA



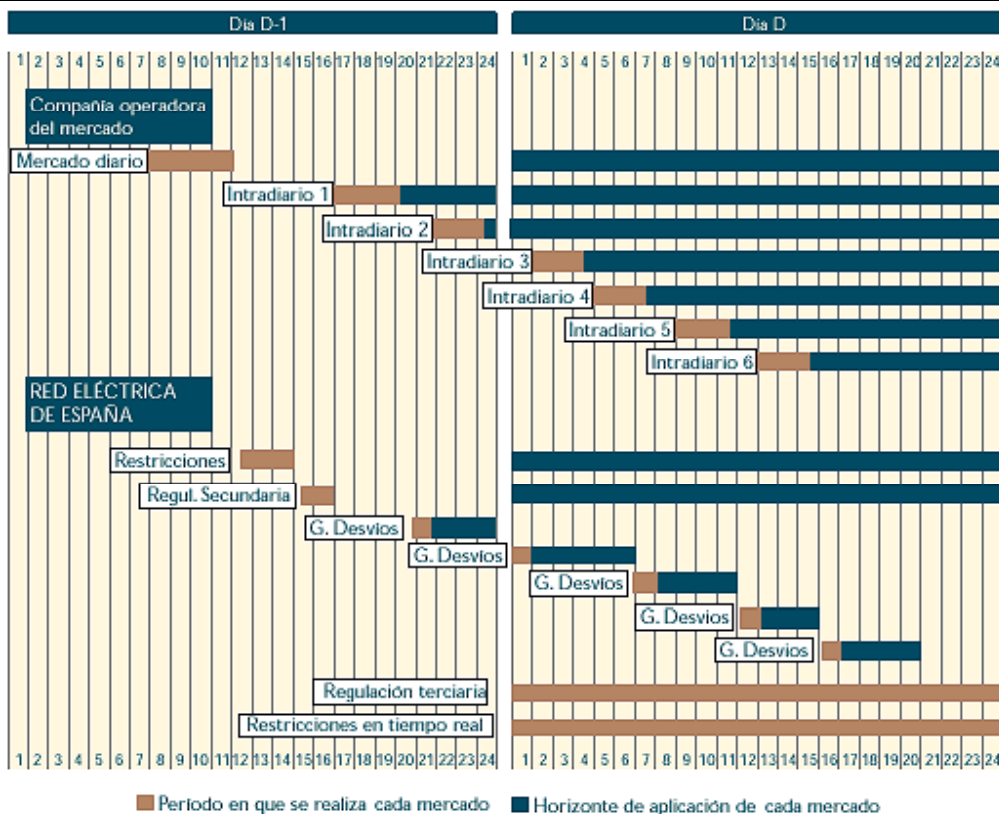
2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Egun barneko merkatua. Emaitzak.



Energía Gestionada por sesión en los Mercados Intradiarios en España (MWh)
Fecha 03-09-2012



2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. MIBEL. Eskurako merkatuak. Programazioa.



2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. Likidazioak.

- Erosleek ordaindu beharrekoa eta saltzaileek jaso beharrekoa zehazten da. Era berean, ordainketa-betebeharrak eta kobratze-eskubideak jakinarazten dira eta dagokien fakturazioa egiten da.
- Eguneko likidazioa, informazio-izaera (behin-behinekoa).
- Hileko likidazioa, ordainketa- edo kobratze-kontuekin.

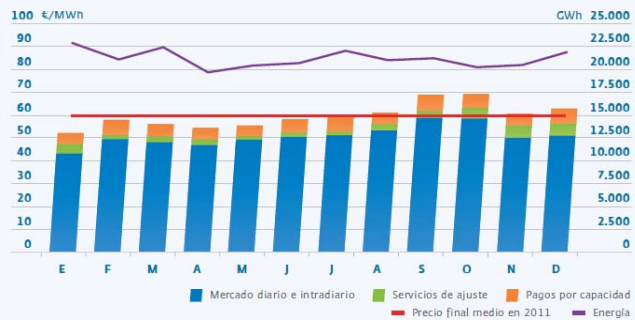
2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa. Likidazioak. Energiaren salneurria.

- Erosleek ordaindu beharreko eta saltzaileek jaso beharreko elektrizitate-salneurriak honako osagai hauek ditu:
 - Eguneko merkatuko salneurria.
 - Garraio-sareko murrizketak direla-eta egindako aldaketei loturiko kostua.
 - Zerbitzu osagarrien merkatuko salneurria.
 - Egun barneko merkatuko salneurria.
 - Potentzia-bermearen salneurria.
 - Sistemaren operazio teknikoko prozesuen (desbideraketak) kostua.
- Salneurri horri bidesariak eta zergak gehitu behar zaizkio.

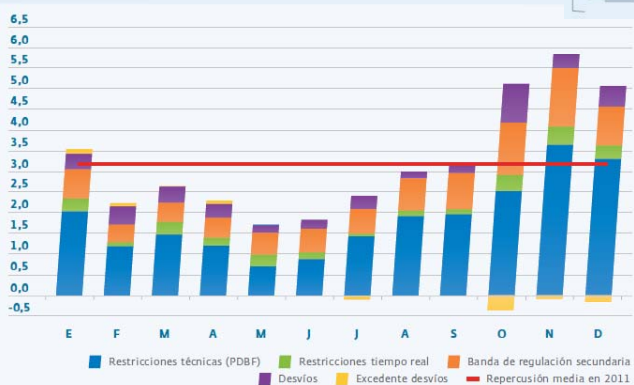
2. gaia. Sistemaren kudeaketa ekonomikoa. Merkatu elektrikoa.

Likidazioak. Energiaren salneurria.

**Demanda nacional (Suministro último recurso + contratación libre).
Precios finales y energía**



**Repercusión de los servicios de ajuste del sistema
en el precio final medio (€/MWh)**



ENERGIA ELEKTRIKOAREN SORKUNTZA

3. GAIA. SORKUNTZA KONBENTZIONALA

- 3.1 Sorkuntza hidroelektrikoa
- 3.2 Sorkuntza termikoa
- 3.3 Lurrunezko sorkuntza termikoa
- 3.4 Gasezko sorkuntza termikoa
- 3.5 Ziklo konbinatuak
- 3.6 Sorkuntza nuklearra

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Sorkuntza hidroelektrikoa

- Bernoulli-ren ekuazioa: ibai bateko A eta B sekzioen artean marruskadura eta uhertasunagatik kontsumituriko energia espezifikoa.

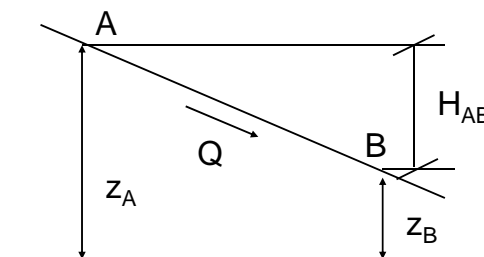
$$e_{AB} = (z_A - z_B) + \frac{(p_A - p_B)}{\gamma} + \frac{(v_A^2 - v_B^2)}{2g}$$

$$e_{AB} = z_A - z_B = H_{AB}$$

$$E_{AB} = \rho g Q H_{AB} t \text{ (Kontsumituriko energia osoa (J))}$$

$$P_{AB} = \rho g Q H_{AB} \text{ (Potentzia (W))}$$

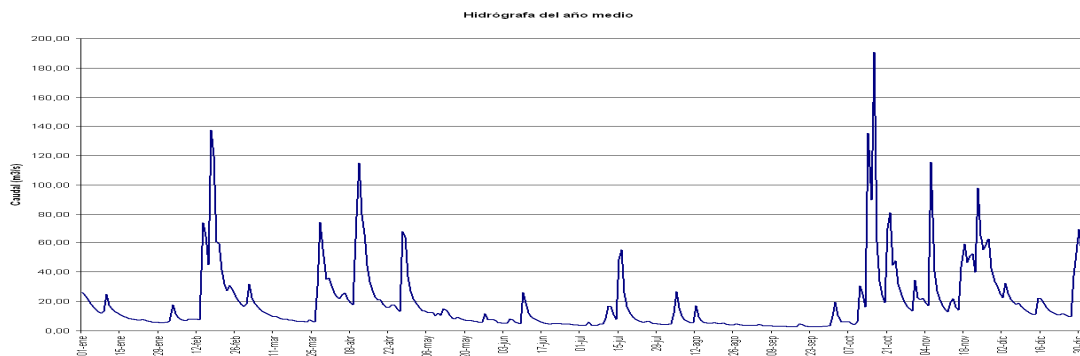
- Ustiapen hidroelektrikoa: ibaiaren ibilbidean zehar galduko zen energiari etekina ateratzen dio.
 - Korrontea geldiarazi ibaiaren maila igotzen duen presa baten bidez. Ibaiaren malda txikiagotzen da eta, ondorioz, korrontea moteldu egiten da.
 - Korrontea ibaiaren ibilbidea baino eraginkorragoa (galera gutxiago) den hoditeria batetik desbideratzea.



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- Ur-jauzia:
 - Ur-jauzi osoa: urtegiaren gainazalaren eta irteera-kanalaren ondorengo urmaelaren arteko maila-diferentzia da.
 - Ur-jauzi gordina: presio-hodiaren sarreraren eta turbinen difusoreen irteeraren arteko maila-diferentzia da.
 - Ur-jauzi garbia: turbinek benetan probetxu ateratzen dioten ur-jauziaren zatikia da; turbinen sarreraren eta irteeraren arteko energia-diferentziaren erakusgarri da.
- Emaria. Emariaren datuen serie kronologikoak (20 urte ingurukoak, ibaiaren erregimen hidraulikoa eta bere irregulartasuna (egunekoa, urtarokoa, urtekoa) baldintzatzen dituzten faktore nagusien eragina ezagutzeko) → Sor daitekeen energia.

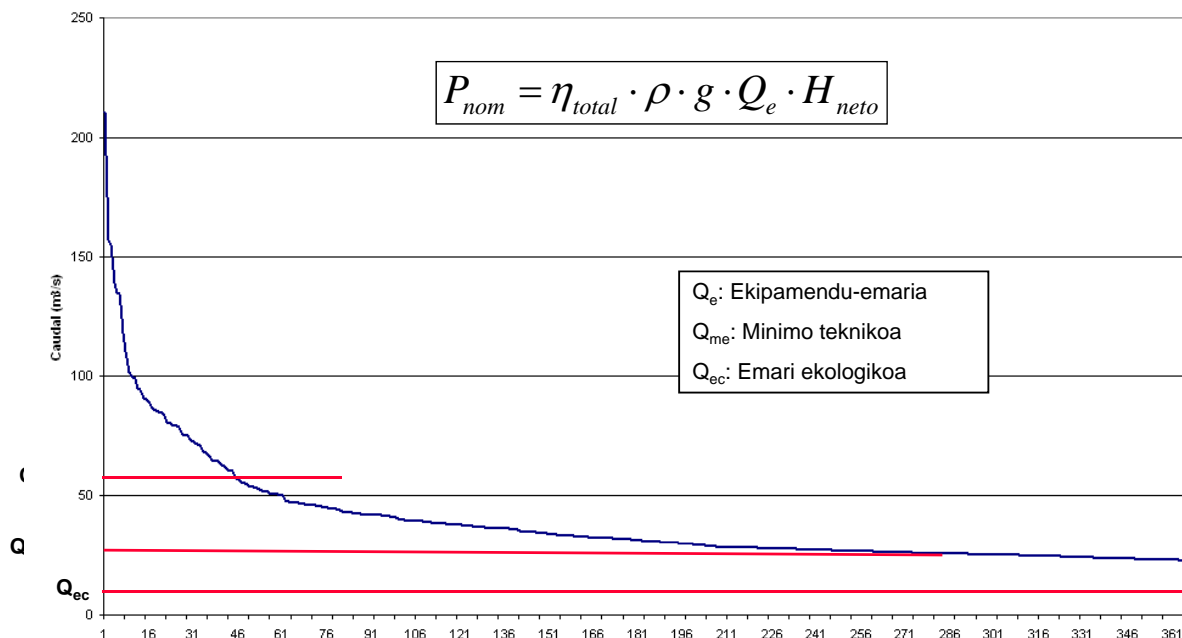


3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- Metatutako emariaren kurba. Urtean zeharreko (batez besteko urtea) eguneko emariaren balioak handienetik txikienera ematen dituen seriea.

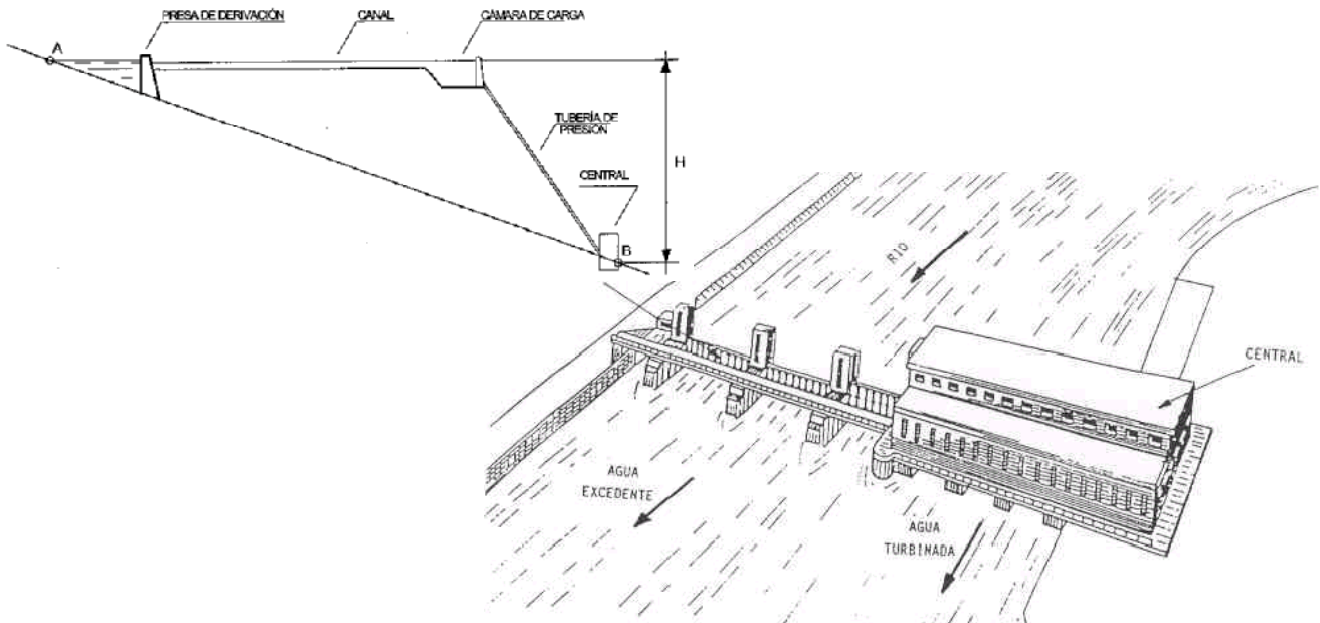
Emari-kurba sailkatua



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

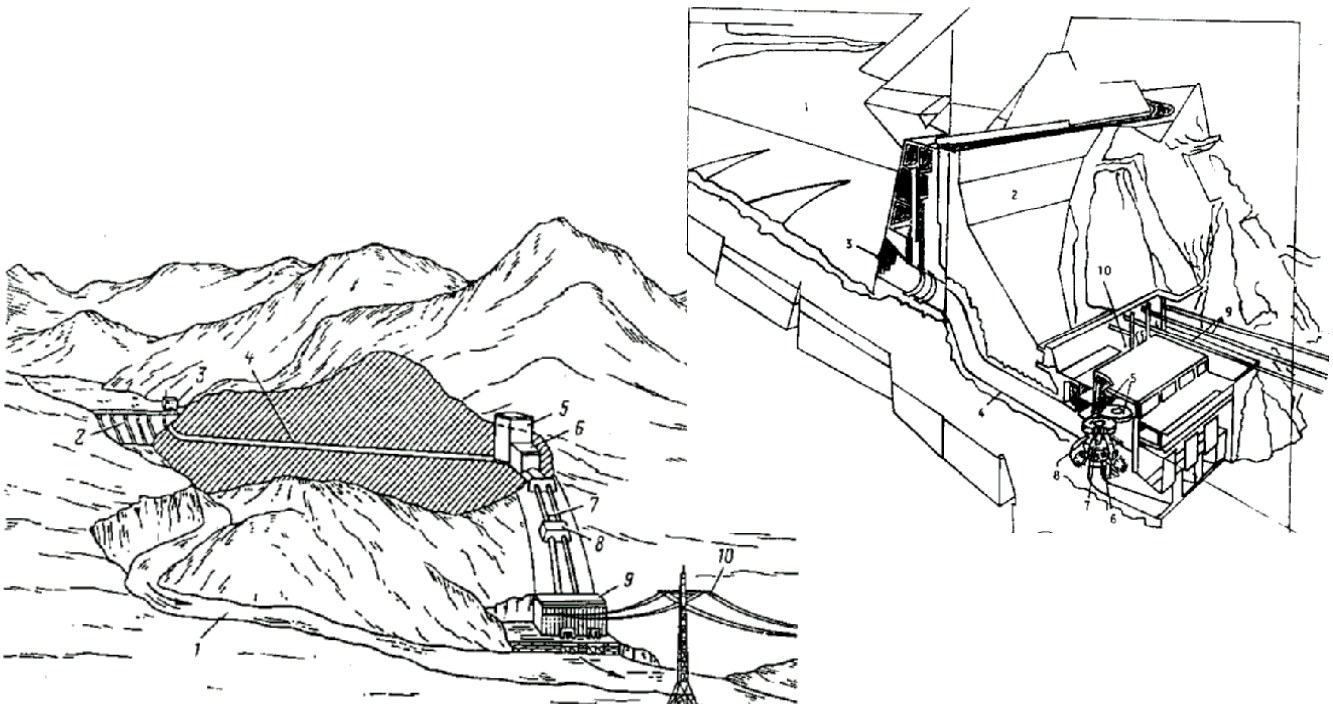
- Ur-lasterreko zentralak. Ibaiaren emaria ez da metatzen eta zuzenean ateratzen zaio etekina:
 - Ura zuzenean hartuz.
 - Desbideratze-kanal baten bidez. Uraren ekarpen erregularra ziurtatzeko urtegi txiki bat erabiltzen da.



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- Erregulazio-zentralak: presa baten bidez ur kantitate handia pilotzen da; horrela, ibaiaren ur-emariaren irregulartasunak leundu daitezke eguneko edo urtaroko erregulazioa eginez.



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- Zentral hidroelektrikoen osagaiak:
 - Presa: uraren ibilbidea mozten dute, bere maila handiagotuz ura desbideratzeko (desbideratze-presak) edo ura metatuz bere erregulazioa egiteko (urtegi-presak).
 - Saillkapena: grabitate-presak eta arku-presak.
 - Hoditeria: ura zentralera eramaten dute.
 - Erregimen askeko hoditeria: desbideratze-kanala.
 - Presio-hoditeria:
 - Presio-galeriak (bukaeran oreka-tximinia dute, ahari-kolpearen eragina murrizteko).
 - Presio-hodiak.
 - Balbula eta uhateak: ur-hoditerian (kanal eta hodiedan) ura moztea ahalbidetzen dute.
 - Turbina: uraren energia hidraulikoa alternadorearen errorea eragiten duen energia mekaniko bihurtzen dute.
 - Motak: Pelton, Francis eta Kaplan.
 - Osagaiak:
 - Banagailua: gorpila urez hornitzen dute, abiadura eta norabide egokiekin.
 - Gorpila: urak emandako energia ardatzari transmititzen dio.
 - Difusorea (Francis, Kaplan) eta irteera-kanala: turbinaturiko ura ibaira itzultzen dute.
 - Sorgailu elektrikoa: energia mekanikoa elektriko bihurtzen du.
 - Mota: polo irteneko erroreko makina sinkronoa.
 - Sorgailua eta turbina ardatz bertikal baten bidez akoplatzen dira.

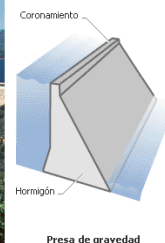
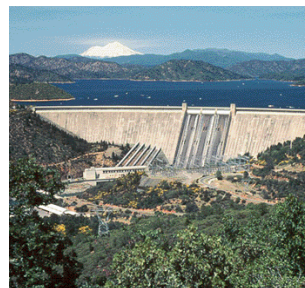
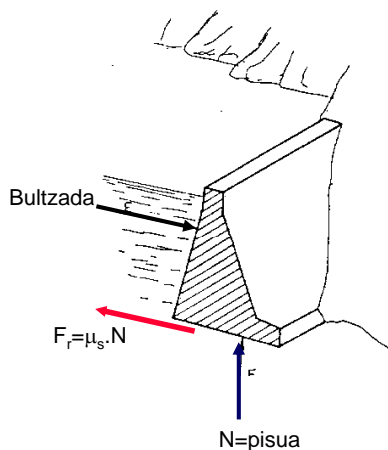
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- **Presa:** uraren ibilbidea mozten dute, bere maila handiagotuz ura desbideratzeko (desbideratze-presak) edo ura metatuz bere erregulazioa egiteko (urtegi-presak).

Lan egiteko moduaren arabera presa motak:

- Grabitate-presak: uraren bultzadak sorturiko iraulketa-mementoa zoruak presarengan eragindako erreakzioaren bitartez berdintzen da. Motak:
 - Hormigoizkoak. Egitura trinkoa edo horma-bularrekin arindua.



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- **Harri-lubeta, lurra eta mistoak.** Materialak pisuagatik mantentzen dira loturik. Iragazgaitasuna lortzen da trinkotzeagatik, jalkitzeagatik edo presaren barnean ipinitako pantaila berezi batengatik.

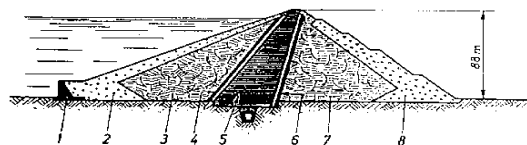
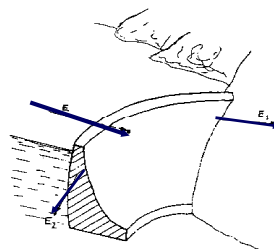


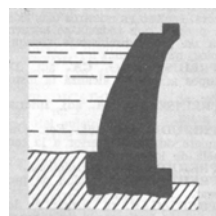
Fig. 45.—Presa de tierra y escollera de la central de Portodemouros, sobre el río Ulla (Hidroeléctrica Moncubri): 1—Ataguía. 2—Paramento de aguas arriba, de escollera vertida. 3—Relleno impermeable de pizarra apisonada. 4—Pantalla de hormigón en masa. 5—Núcleo de arcilla apisonada. 6—Pantalla de hormigón en masa. 7—Relleno impermeable de pizarra apisonada. 8—Talud de aguas abajo, de escollera vertida.

- **Arku-presak.** Uraren bultzadak sorturiko esfortzua haranaren magaletara transmititzen da. Altuera handiko arroil estuetan kokatzen dira. Hormigoizkoak bakarrik egiten dira. Motak:

- Kurbadura sinplea (horizontala)



- Kurbadura bikoitza (horizontala eta bertikala)



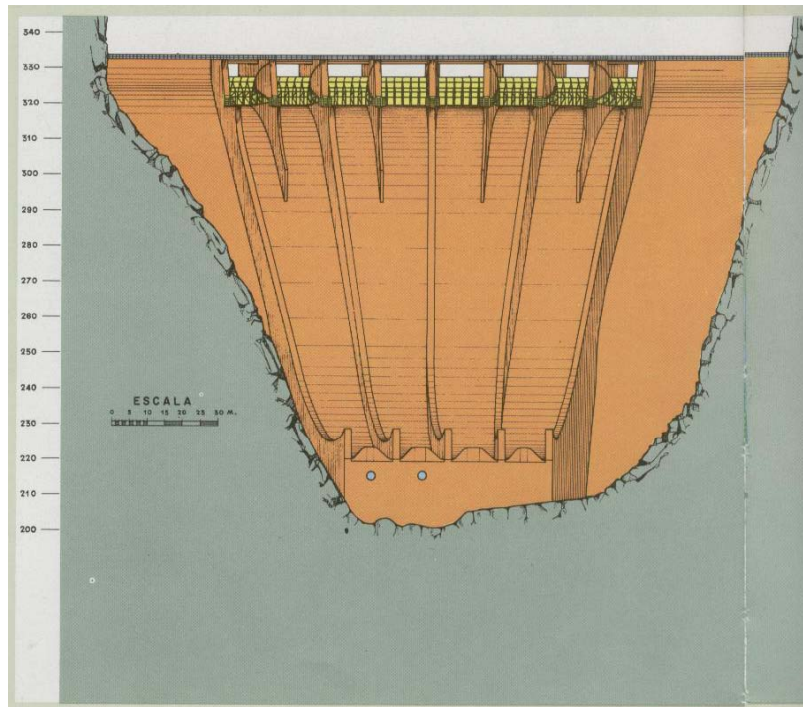
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- **Gainezkabideak:** metaturiko ura turbinatik pasatu gabe askatzea ahalbidetzen dute (uholdeak).
 - *Gainazaleko gainezkabideak.* Gainezkabidea presarekiko independentea da. Gehiegizko ura presatik uretan behera itzultzen zaio ibaiari, arrokan zulaturiko kanalen edo hodiaren bidez. Lur eta harri-lubetako presetan eta arku-presetan erabiltzen dira.
 - *Gaineko gainezkabideak.* Gainezkabideak presaren gainaldean kokatzen dira. Presak zoru trinko gainean egon beharko du, botatako uraren energia zinetikoak higadura sor ez dezan. Energia zinetikoa xahutzeko, zementuzko hortzak edo «eski-jauziko» deflektoreak erabiltzen dira.
- **Hustuketa-isurbideak:** presaren hondoan kokaturik daude; beharrezkoa denean presa hustutzea ahalbidetzen dute.

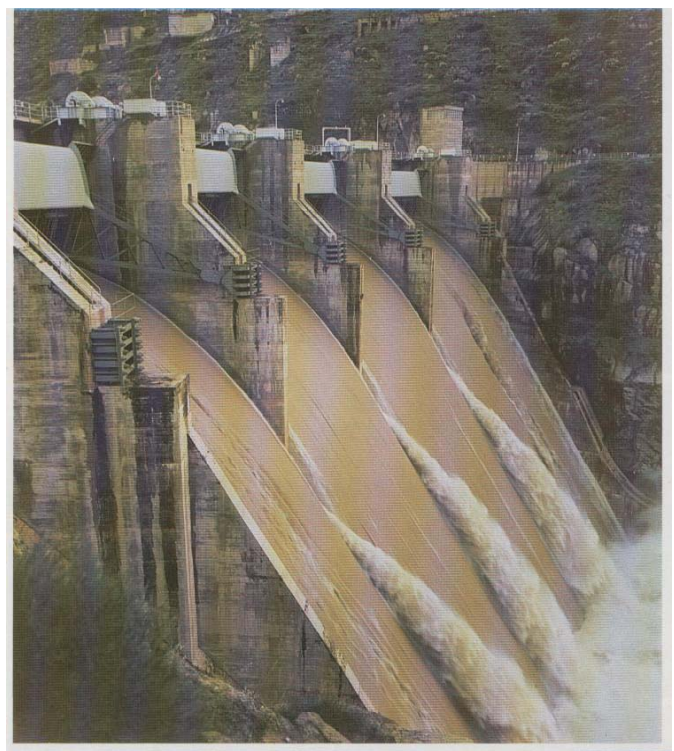
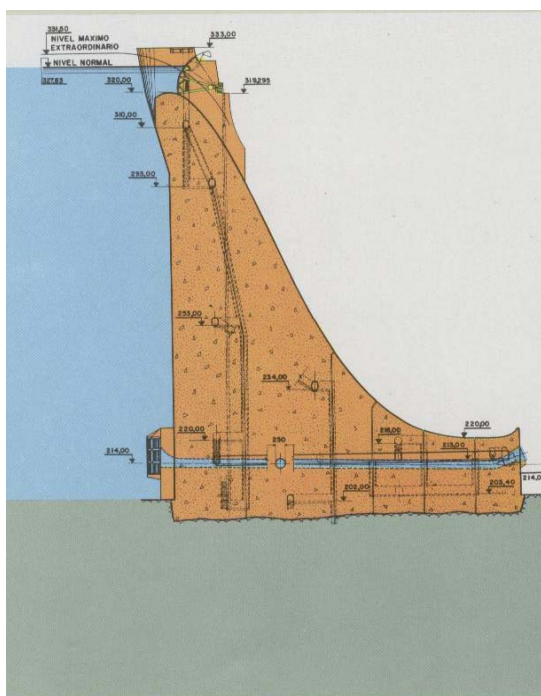
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa



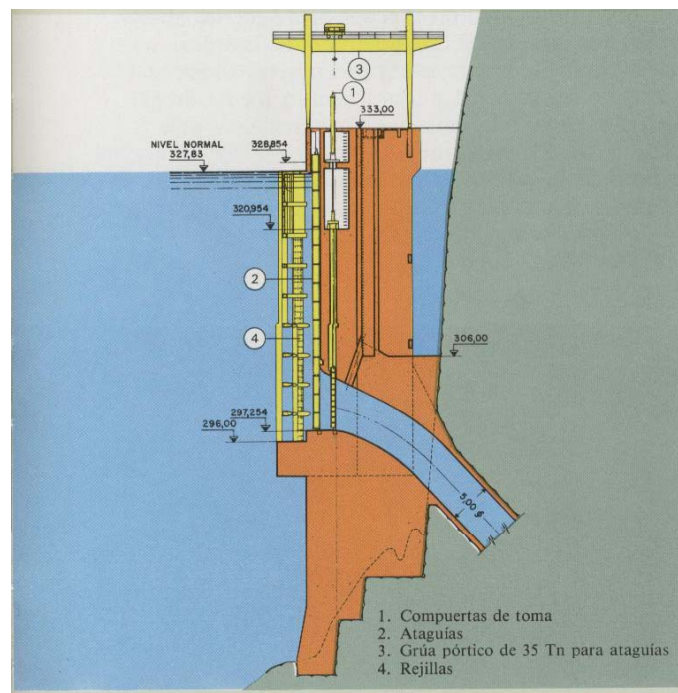
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- **Ur-hartuneak:** zentralaren funtzionamendurako beharrezkoa den ura hartzen dute.
 - Ur-hartuneen hoditeriak presa zeharka dezake edo urtegiaren magalean zulaturiko galeria-zulo batetik joan daiteke.
 - Bat baino gehiago egoten dira, matxura batek zerbitzua gelditzea ekar ez dezan.
 - Uhateen bidez erregulaturik. Bi uhate-hartune bakoitzean:
 - Larrialdiko uhatea. Uretan gora kokaturik. Ohiko ustiapenean guztiz zabalik edo guztiz itxita dago.
 - Erregulazio-uhatea. Uretan behera kokaturik. Zentralaren beharren arabera, gehiago edo gutxiago zabalduko da.
 - Uhateen mantentze-lanak uhate bakoitzean kokaturiko *by-pass* baten bidez egiten dira.
 - Urak garraiatzeko objekturik sar ez dadin, uhateen aurretik ura iragaziko duen sareta bat ipintzen da.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

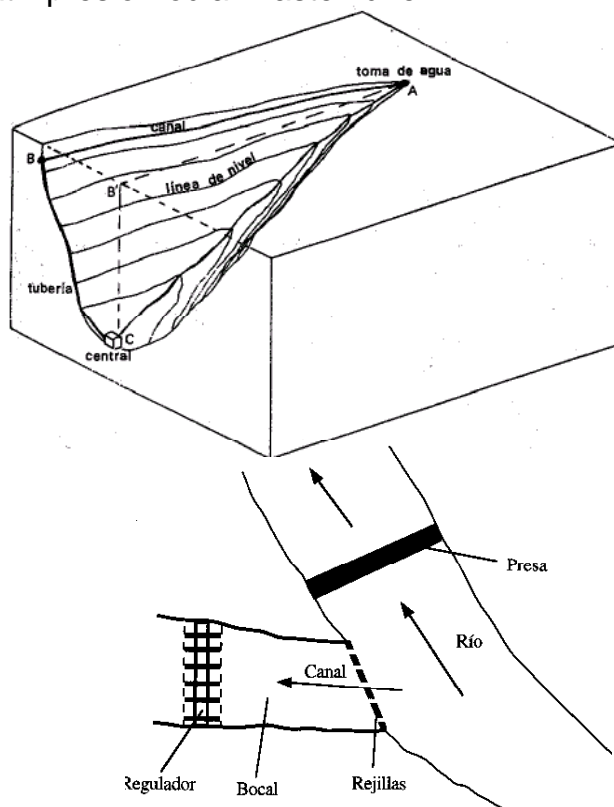
Sorkuntza hidroelektrikoa



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- **Desbideratze-kanala:** desbideratze-presatik presio-hodiak hasten diren zamatze-ganberara eramaten dute ura.
- Ur-jauzi txikietan ura turbinaraino eramaten dute.
- Batzuetan desbideratze-kanalik ez da egoten, eta presio-hodiak zuzenean presaren ur-hartuneetan hasten dira.
- Malda txikia urak abiadura mantentzen du, ur-jauzia gehiegi murriztu gabe.
- Zamatze-ganberak presio-hodiaren presio-funtzionamendu egokia ziurtatzen du.
- Barrutik hormigoia edo hormigoi armatua dute, ura zoruan iragaz ez dadin.
- Orografia irregularra denean, tunelez ordezkatzen dira.
- Uraren pasabidea uhate batzuen bidez erregulatzen da.



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- **Presio-hoditeria**
 - Presio-galeria: ura presio-hodietara eramaten duen presio-tunela.
 - Arrokan zulaturik hormigoi-geruza bat dute, marruskadura murrizteko eta ura ez galtzeko iragazpenagatik.
 - Presio-hodiak: ura turbinaraino eramaten dute.
 - Altzairua, hormigoia eta uralita dira material arruntenak.
 - Eraztun sendogarren erabilerak hodi metalikoen beharrezko lodiera murrizten du.
 - Hodien kopurua instalaturiko turbina kopuruaren eta horien artean independentzia mantentzearen beharrezko arabera da.
 - Presio-galeriak erabiltzean, horien bukaeran oreka-tximiniak ipintzen dira.
 - Oreka-tximiniak putzu bertikal edo oker bat da. Turbinetatik ahal den gertuen ipintzen da. Bertan urak modu askean oszila dezake, ariete-kolpea murriztuz.
 - Ahari-kolpea da emariaren bat-bateko aldaketak eragiten duen presio-igoera edo murrizketa. Bat-bateko karga-aldaketen aurrean, turbinaren erreguladoreak eragindako banagailuaren eragiketarik sortzen da.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- Ariete-kolpean sorturiko presio-aldaketan eragiten duten faktoreak:
 - Hodiaren dimentsioa (luzera, diametroa, lodiera).
 - Materiala (hormigoia, altzairua).
 - Uraren abiadura.
 - Abiaduraren aldaketa erregulazio-prozesuan.
 - Erregulazio-osagaien irekitze- eta ixte-denbora.

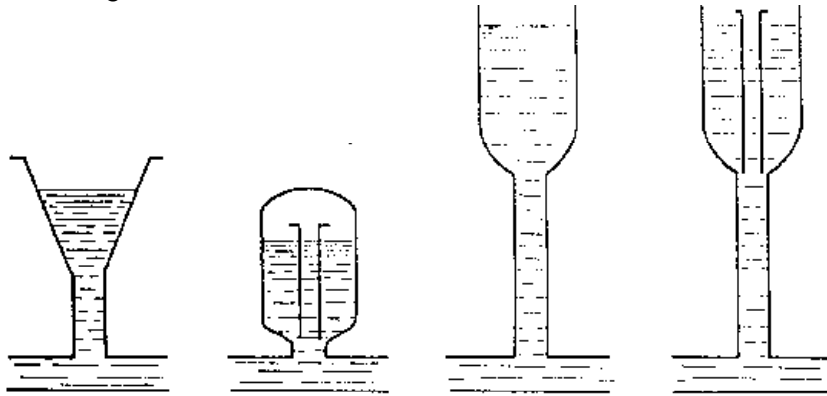


Fig. 81. — Distintas disposiciones de las chimeneas de equilibrio.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- **Uhateak.** Ur-hoditerian (kanal eta hodietan) ura moztea eta bere emaria kontrolatzea ahalbidetzen dute. Ur-hartuneetan, hustuketa-isurbideetan, desbideratze-kanaletan erabiltzen dira.

- Uhate birakariak:
 - Segmentukoak

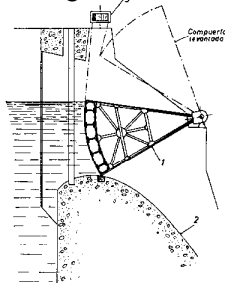
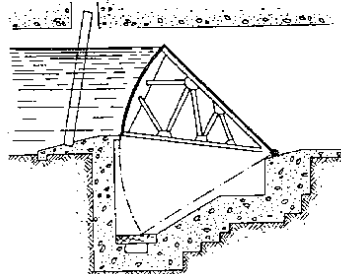


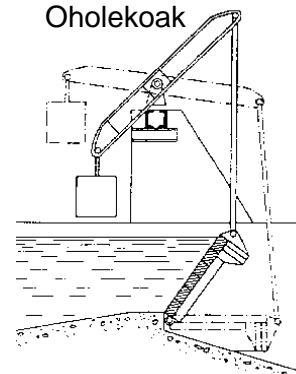
Fig. 105. — Sección de una compuerta Tainter: 1—Compuerta. 2—Presio. 3—Mecanismo de elevación de la compuerta.

Sektorekoak

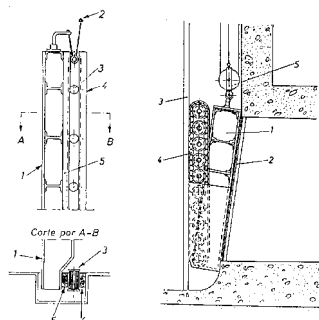


07. — Sección de una compuerta de sector

Oholekoak



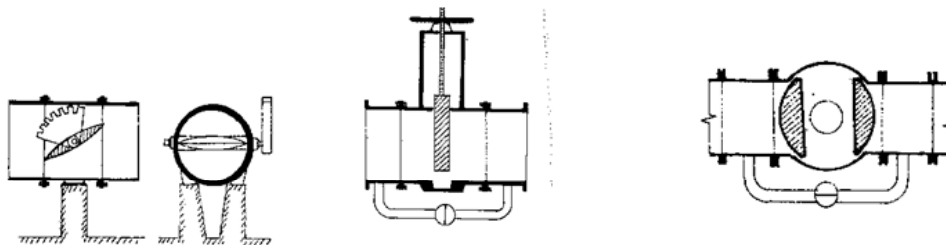
- Uhate irristakorak.



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

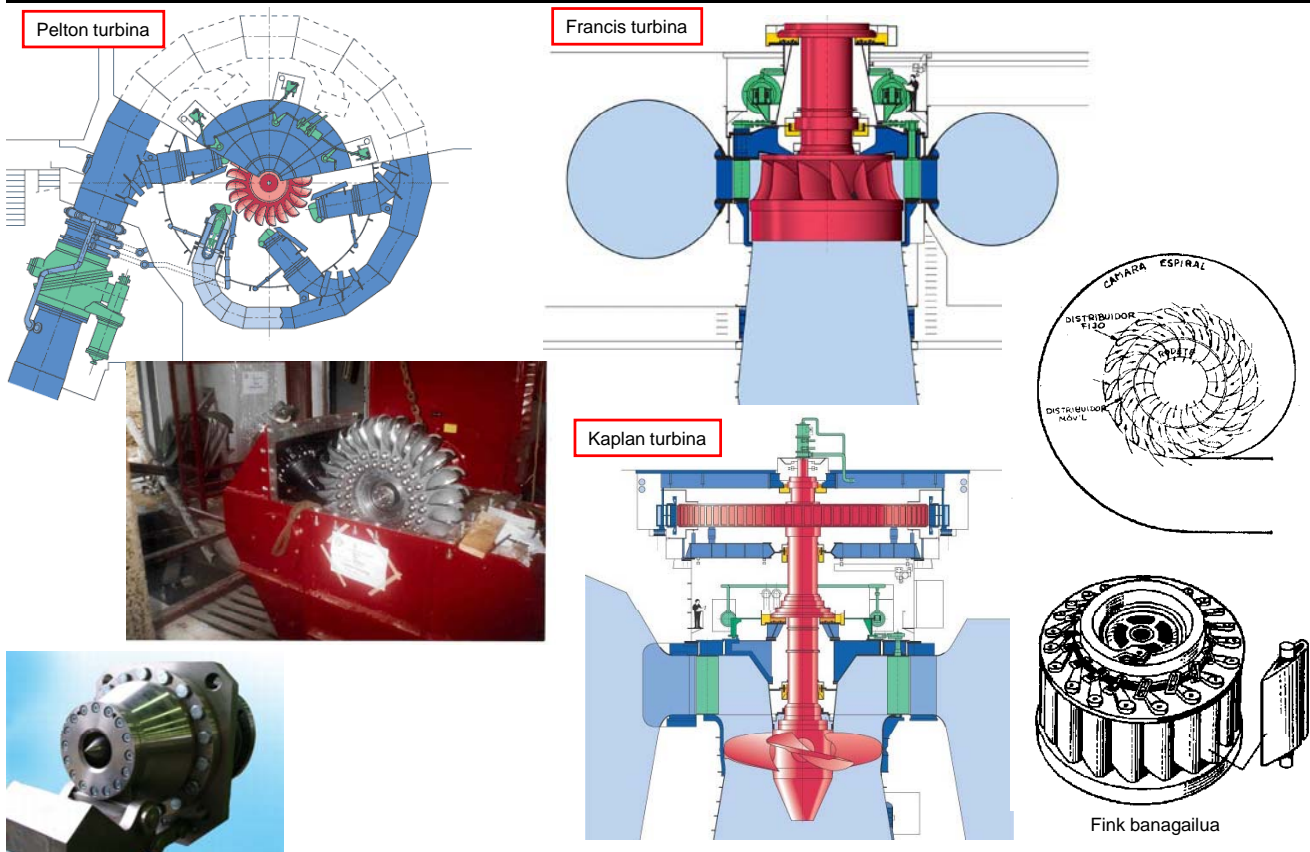
Sorkuntza hidroelektrikoa

- **Balbulak:** presio-hodietan zehar, uraren zirkulazioa ireki edo mozten dute.
 - Funtzioaren arabera:
 - Mozte-balbulak: turbinara doan urari igarobidea mozteko edo zabaltzeko.
 - Segurtasun-balbulak: automatikoki ixten dute, turbinatik igarotzen den ura gehiegizkoa denean.
 - Egituraren arabera:
 - Tximeletakoak
 - Uhatekoak
 - Esferikoak



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

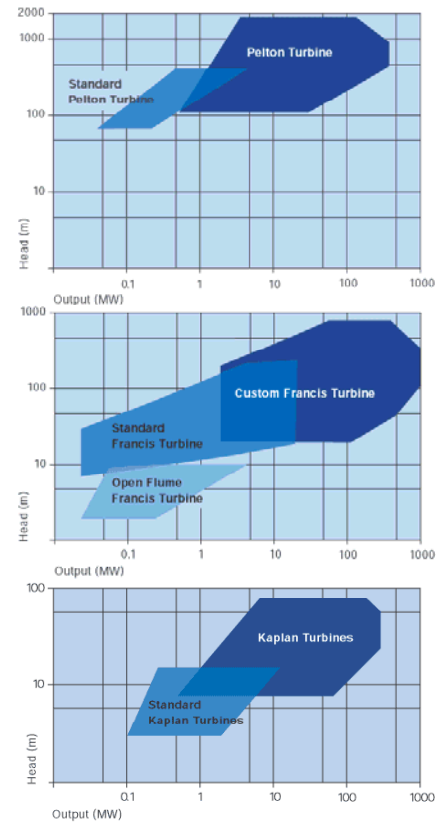
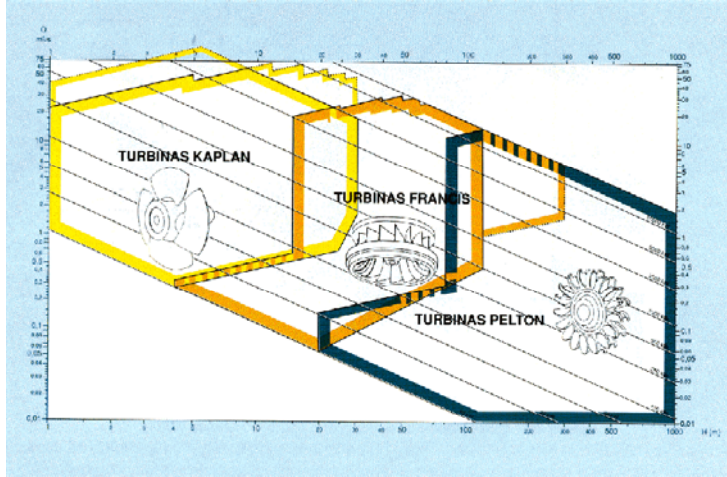
Sorkuntza hidroelektrikoa



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

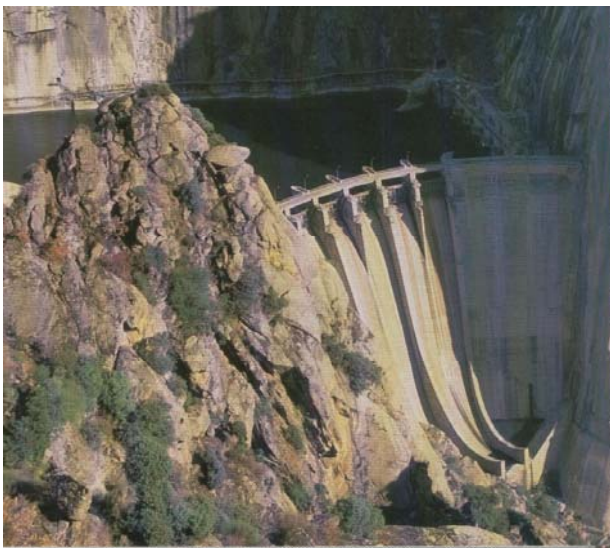
Sorkuntza hidroelektrikoa

- Pelton turbinak: ur-jauzia > 50 m
- Francis turbinak: ur-jauzia : 15 m – 150 m
- Kaplan turbinak: ur-jauzia < 30 m

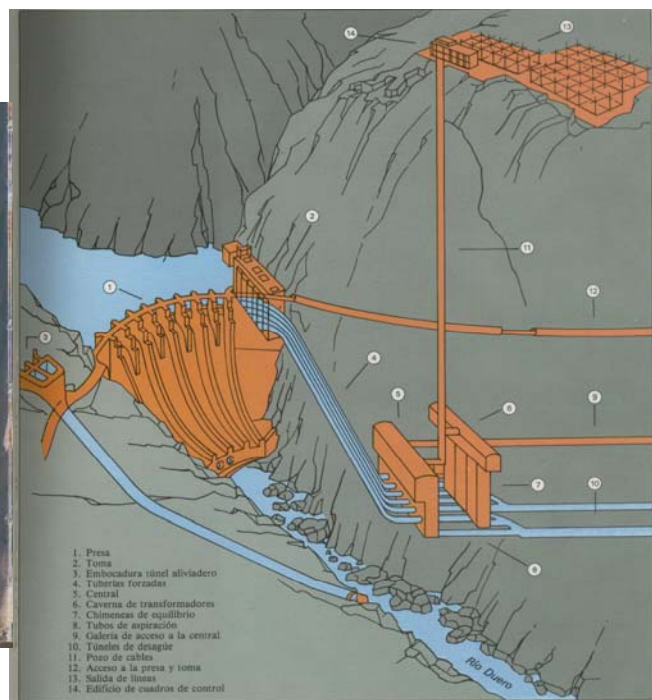


3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa



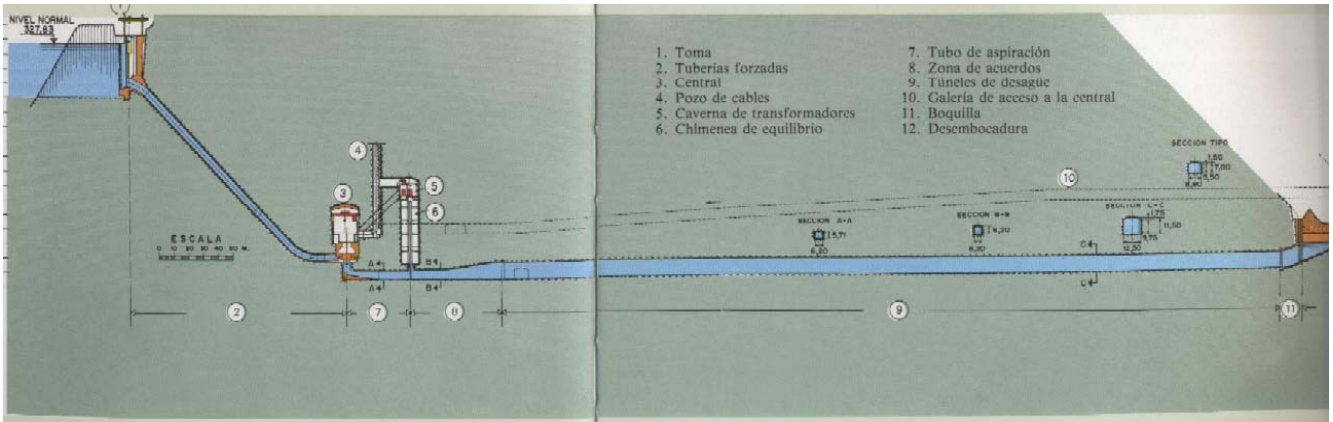
Aldeadavilako presa



Aldeadávila I (1962) Eskema

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

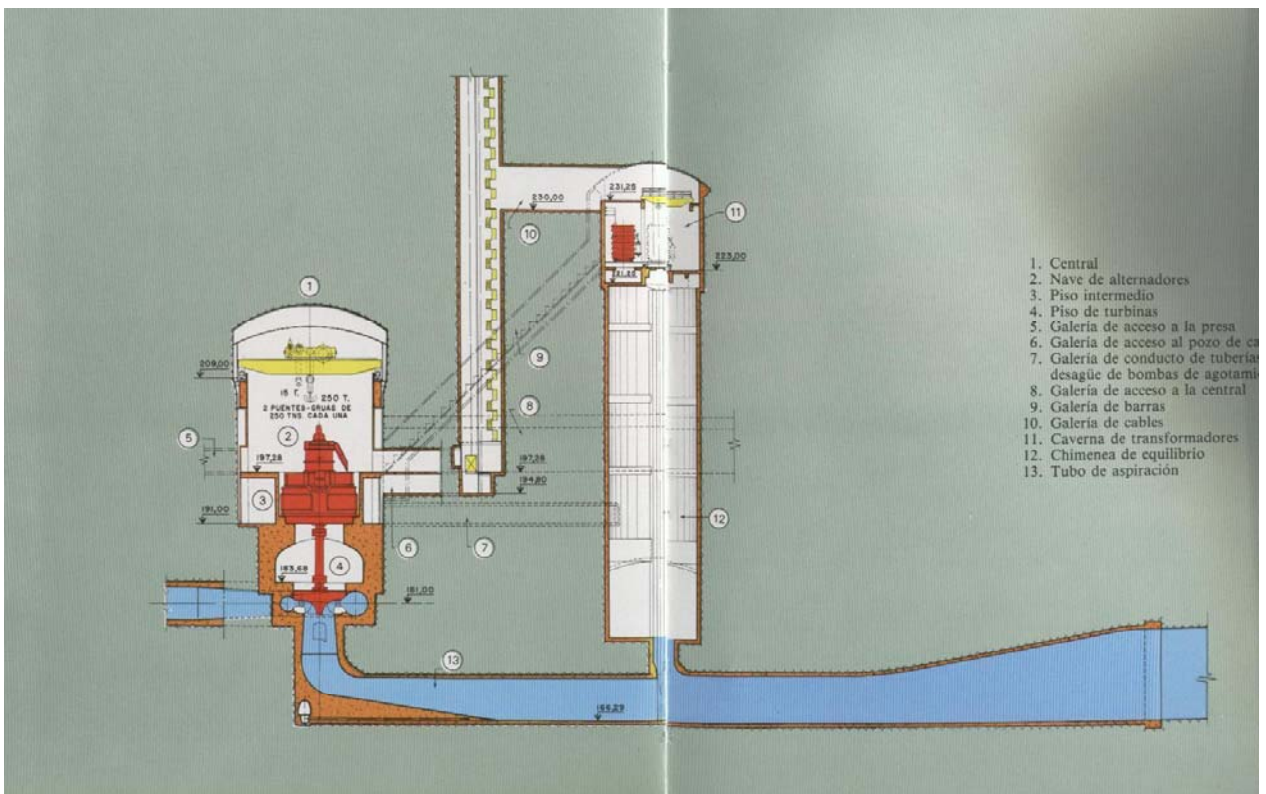


Aldeadávila I: zirkuitu hidraulikoa

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

Aldeadávila I: Ekipoen kokapena



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- Irteera-kanalen eta difusoreen maila
- Presio-hodien eta turbinen maila
- Alternadoreen maila

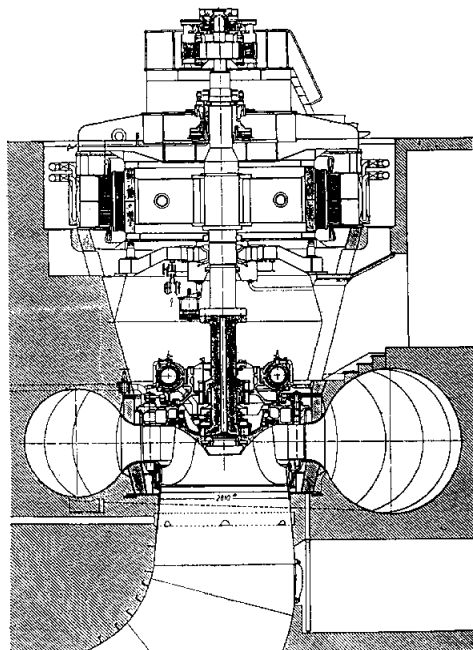


Fig. 120. Turbina Francis de eje vertical (construcción de J. M. Voith de Heidenheim). Características: altura de salto 56 m; caudal 51,36 m³/seg; número de revoluciones por minuto 214; potencia 34 000 CV.

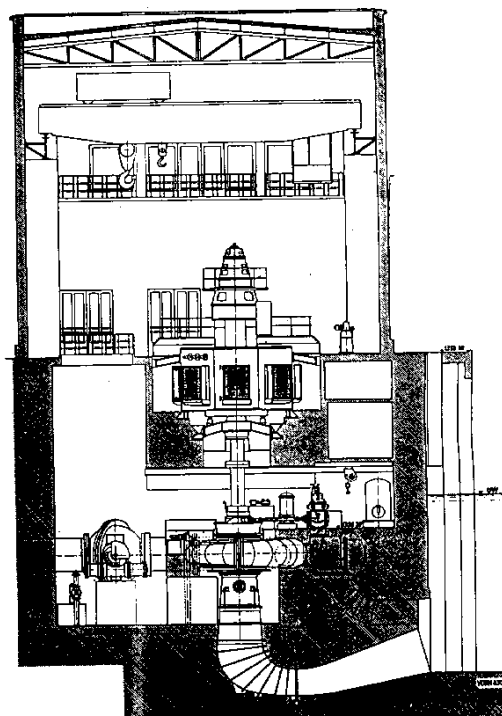
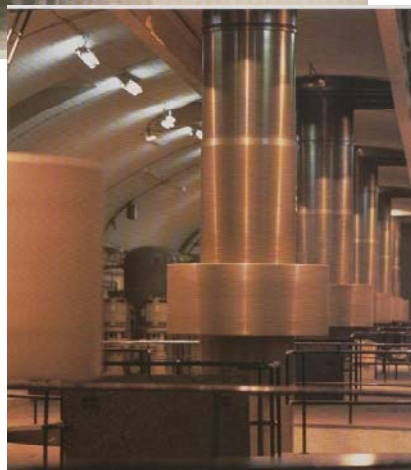


Fig. 128. — Turbina Francis vertical con cámara espiral de chapa de acero, construida por Voith para la central de Ixtapantongo (Méjico). Delante de la turbina, puede apreciarse una válvula esférica de 1.500 mm de diámetro de paso, con accionamiento oleohidráulico, utilizada como órgano de cierre. El regulador automático de la turbina está situado en el piso del generador.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

Aldeadávila I: ezaugarri teknikoak



Turbina:

Mota: Francis bertikala
 Potentzia: 125.036 kW
 Emari izendatua: 102,5 m³/s
 Abiadura: 187,5 rpm

Sorgailua:

Mota: Ardatz bertikaleko sinkronoa
 Potentzia: 119.700 kW
 Tentsioa: 13,2 kV
 Maiztasuna: 50 Hz

Kitzikagailu nagusia:

Mota: birakaria
 Potentzia: 420 kW
 Tentsioa: 375 V

Kitzikagailu pilotua:

Potentzia : 40 kW
 Tentsioa : 500 V

Transformadorea:

Mota: 3 monofasikoen multzoa
 Potentzia: 3x50 MVA
 Tentsioa: 13,2 kV/220 kV
 Konexioa: YNd 11

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- Eguneko karga-kurba berdintzen dute, haraneko orduetan eskari artifizial bat sartuz (goiko urtegi batera ura ponpatuz) eta puntako orduetan metaturiko energia itzuliz (goiko urtegian metaturiko ura turbinatik igaroarazten da).

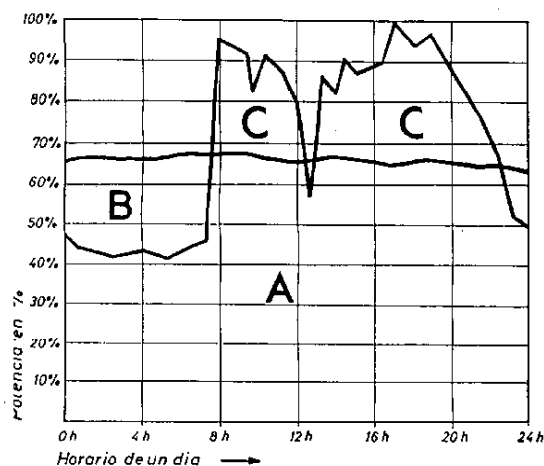


Fig. 203. — Gráfico diario de consumo de una región industrial: A—Energía eléctrica procedente de las centrales térmicas e hidráulicas. B—Energía eléctrica sobrante, para servicio de bombeo. C—Energía eléctrica de puntas de carga, tomada del depósito acumulador de agua.

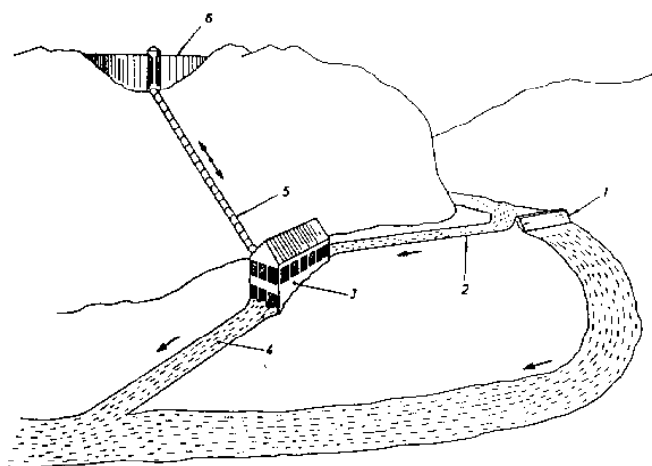


Fig. 204. — Disposición general de una central hidráulica de acumulación: 1—Presa. 2—Canal de derivación. 3—Casa de máquinas. 4—Canal de desagüe. 5—Tubería forzada. 6—Depósito de acumulación.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- Ponpaketa zentral motak:
 - Ponpaketa purua: goiko urtegiak beheko urtegitik ponpaturiko ura bakarrik jasotzen du.
 - Ponpaketa mistoa: goiko urtegiak erreketako ura ere jasotzen du.
 - Ponpaketa diferentziala: ura zenbait urtegi txikitatik ponpatzen da goiko urtegiara.
- Ponpaketa zentraletako ekoizpen-kostuan eragina dutenak:
 - Ponpaketa-turbinatze zikloaren iraupena
 - Ur-jauziaren altuera
 - L/H erlazioa
 - Faktore geografiko eta geologikoak
 - Sarean duen kokapena

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

- **4 makina.** Motorra, sorgailua, turbina eta ponpa. Aukerarik garestiena da eta oso gutxitan erabiltzen da.
- **3 makina.** Makina elektrikoa (motor-sorgailua), turbina eta ponpa. Funtzionamendu-malgutasuna eta azkarra turbina-ponpa aldaketa egitean.
- **2 makina.** Makina elektrikoa (motor-sorgailua) eta turbina itzulgarria (turbina-ponpa): turbina-ponparen aldaketa egiteko, makina elektrikoaren biraketa-noranzkoa alderantzikatu behar da.

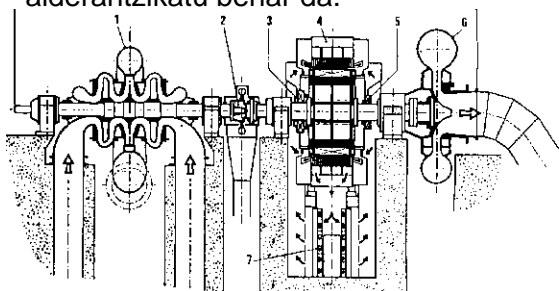


Fig. 212.—Corte longitudinal de un grupo generador-motor, turbina y bomba de la central de Vianden: 1—Bomba de 94.000 CV. 2—Acoplamiento y turbina de lanzamiento. 3—Excitatriz principal. 4—Generador-motor de 115 MVA. 5— Alternador piloto. 6—Turbina de 140.000 CV. 7—Refrigerador del generador.

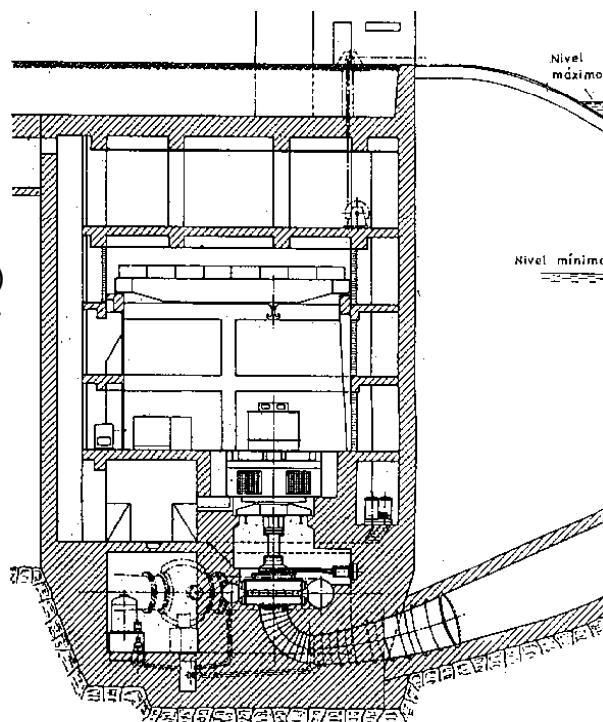


Fig. 208.—Grupo generador-motor y turbina-bomba, de eje vertical construida por Escher Wyss para la central de acumulación, de Rönkhausen (Alemania). De arriba a abajo, el generador-motor y la turbina-bomba.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

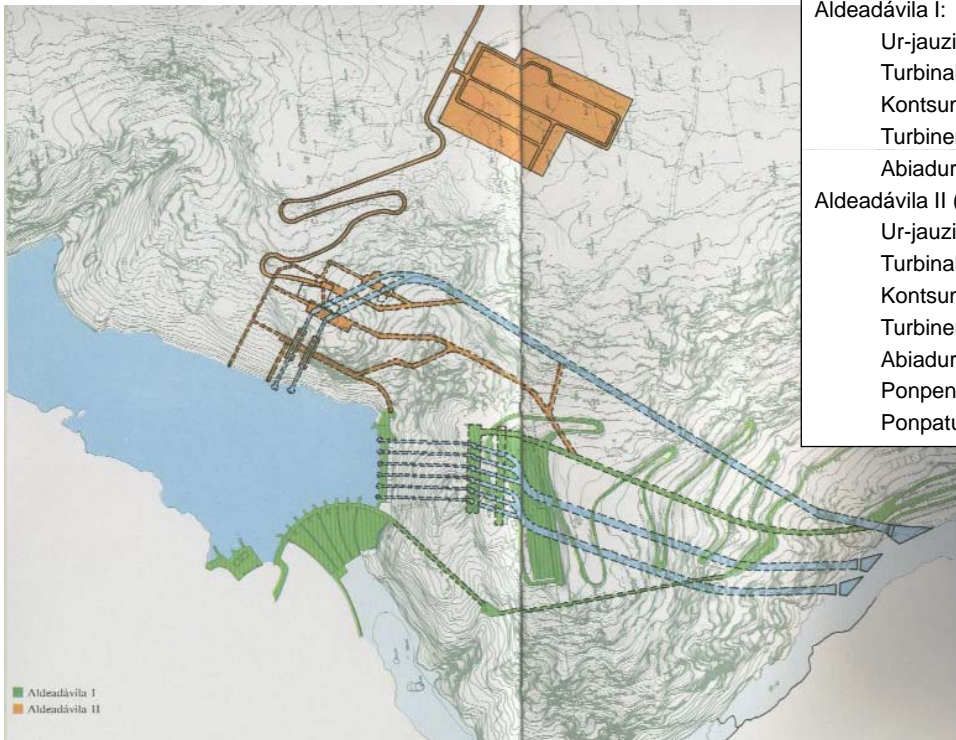
Sorkuntza hidroelektrikoa

- Ternarioak (3 makina)
 - Ponpaketan eta turbinatzean berdina da makina hidraulikoen noranzkoa → Ponpatu nahi denean, turbina erabil daiteke abioa egiteko.
- Binarioak (2 makina)
 - Ponpaketan eta turbinatzean alderantzizkoa da ardatzaren biraketa-noranzkoa.
 - Makina sinkronoak, motor gisa ari denean, ez du abio-mementorik → Abio-sistema baten beharra.
- Ponpaketa-ekipo binarioen abio-sistemak:
 - Abio asinkronoa: tentsio izendatua edo tentsio murriztua (estatoreko erreaktantziak, transformadorea, autotransformadorea edo estatoreko harilketa bikoitza).
 - Laguntza-makinarekin egindako abioa: turbina hidraulikoa, motor asinkronoa edo korrante zuzeneko motorra.
 - Maiztasun aldakorra erabiliz: jaurtiketa-ekipo bat (abio sinkronoa, abio asinkrono-sinkronoa) edo bihurtzaile estatikoa.
 - Zirkuitu hidraulikoaren aldaketa.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

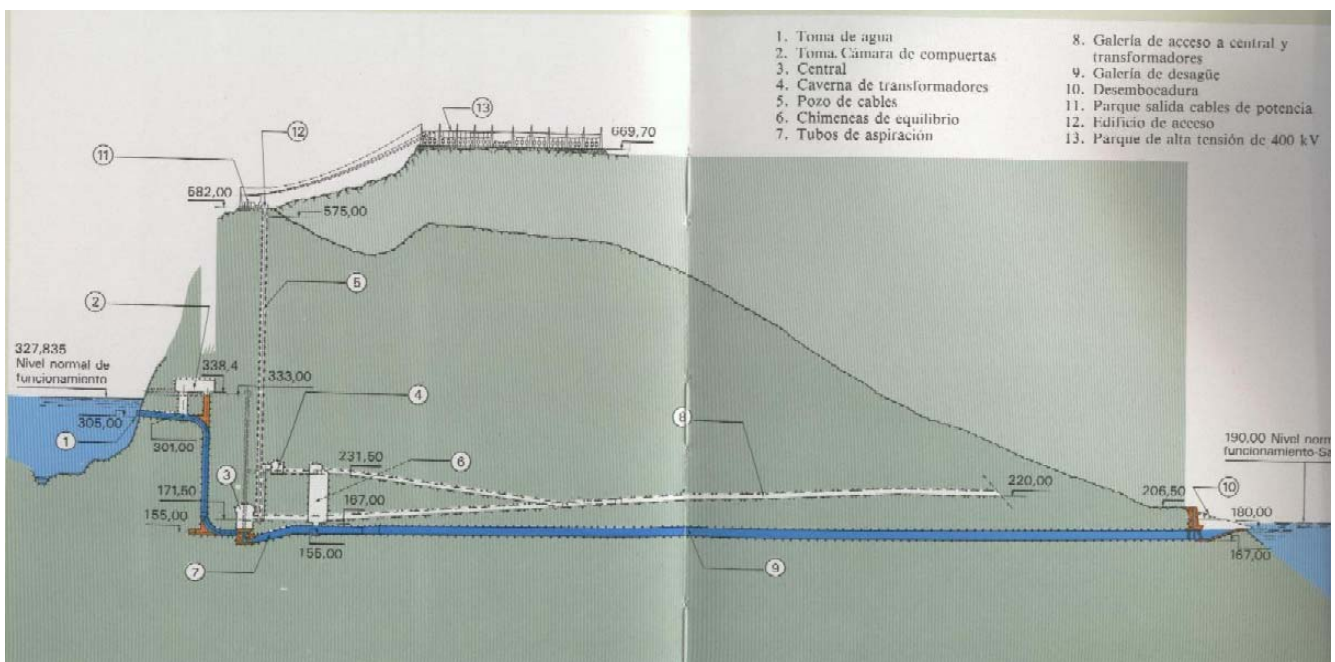
Aldeadávila II (1983): Aldeadávila eta Saucelle urtegien artean lan egiten duen ponpaketa-zentrala



Arroa: 73.458 km ²
Urtegia: 56,60 Hm ³ (erabilgarria)
Aldeadávila I:
Ur-jauzi gordina: 139,83 m
Turbinak: 6 Francis bertikal
Kontsumoa karga izendatuan: 615,5 m ³ /s
Turbinen potentzia: 750.220 kW
Abiadura: 187 rpm
Aldeadávila II (ponpaketa):
Ur-jauzi gordina: 137,83 m
Turbinak: 2 Francis bertikal itzulgarriak
Kontsumoa karga izendatuan: 340 m ³ /s
Turbinen potentzia: 428.600 kW
Abiadura : 200 rpm
Ponpen potentzia: 421.000 kW
Ponpaturiko emaria: 266,2 m ³ /s

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa



1. Toma de agua
2. Toma. Cámara de compuertas
3. Central
4. Cámara de transformadores
5. Pozo de cables
6. Chimeneas de equilibrio
7. Tubos de aspiración
8. Galería de acceso a central y transformadores
9. Galería de desagüe
10. Desembocadura
11. Parque salida cables de potencia
12. Edificio de acceso
13. Parque de alta tensión de 400 kV

Aldeadávila II: zirkuitu hidraulikoa

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa



Cortes – La Muela

La Muela (ponpaketa purua):

Turbinak: 3 Francis itzulgarri

Ponpaketaren potentzia osoa: 540 MW

Turbinatzearen potentzia osoa : 630 MW

Goiko urtegiaren edukiera erabilgarria: 23 Hm³

Handitze proiektua: La Muela II (2012): 4 multzo
itzulgarri 213 MW-koak

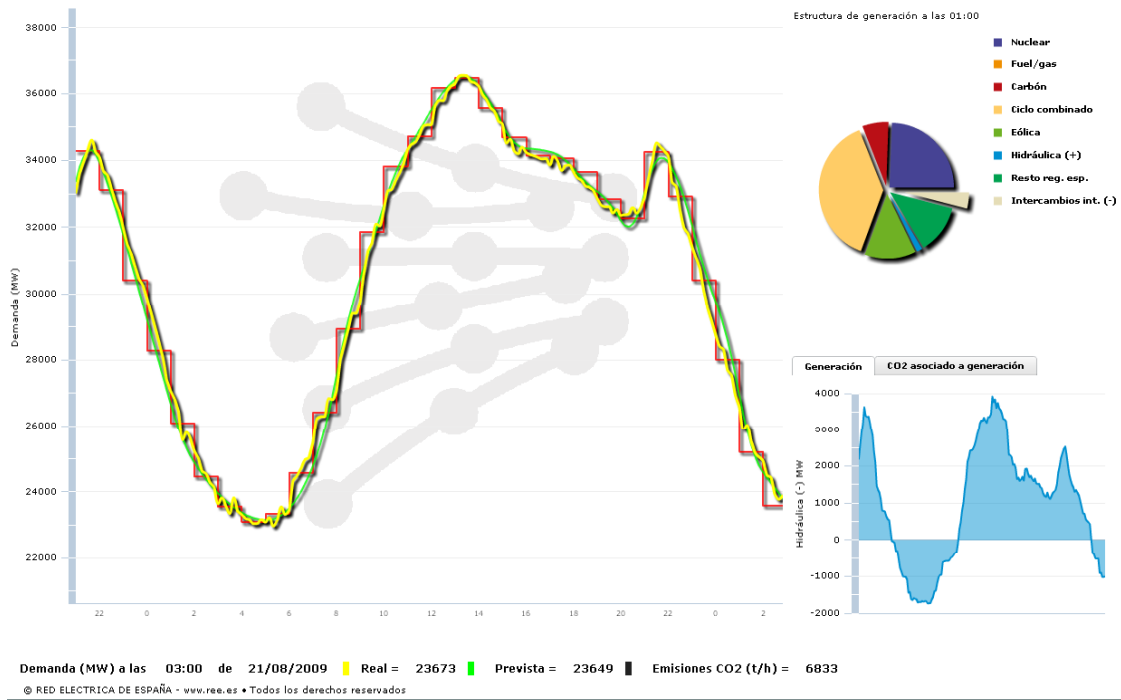
(<http://iberdrola.it2.com/Noticias/IBERDROLA,CONSTRUYE,MAYOR,CENTRAL,HIDRAULICA,BOMBEO,EUROPA,MUELA,268.html>)

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza hidroelektrikoa

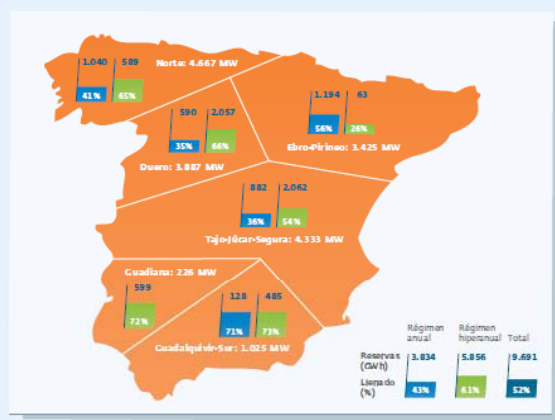
- Zentral hidroelektrikoen operazioa sistema elektrikoan:
 - Erregulazio-zentralak:
 - Eskari-puntak (salneurri handia). Merkatuan salneurria finkatzen duten zentralak dira.
 - Potentziaren erregulazioa (erregulazio sekundarioko merkatua).
 - Ur-lasterreko zentralak: ura dagoenean; salneurria onartzen duten zentralak dira (eskaintza 0-ra).
 - Ponpaketa-zentralak: haraneko orduetan eskaria (salneurri txikiak) eta puntako orduetan sorkuntza (salneurri handiak).

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Sorkuntza hidroelektrikoa

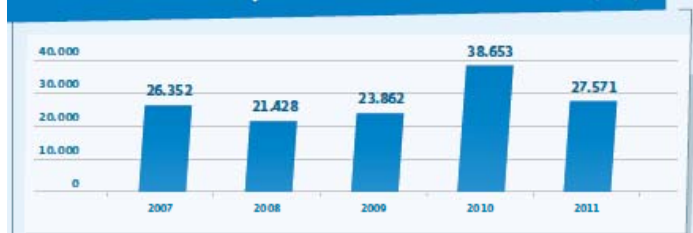


3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Sorkuntza hidroelektrikoa

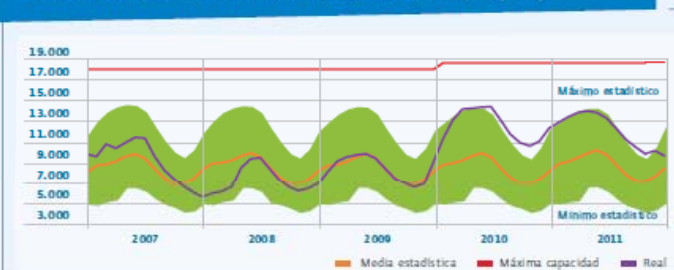
Potencia instalada y reservas hidroeléctricas a 31 de diciembre por cuencas hidrográficas



Evolución anual de la producción hidroeléctrica en b.a. (GWh)



Evolución anual de las reservas hidroeléctricas (GW/h)



$$h_{2007} = \frac{26352 \cdot 10^3}{16657} = 1.582$$

$$h_{2008} = \frac{21428 \cdot 10^3}{16657} = 1.286$$

$$h_{2009} = \frac{23862 \cdot 10^3}{16657} = 1.433$$

$$h_{2010} = \frac{38653 \cdot 10^3}{16657} = 2.320$$

$$h_{2011} = \frac{27571 \cdot 10^3}{16657} = 1.655$$

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza termikoa

- Zentral termikoek erregai baten energia erabiltzen dute ziklo termodinamiko bat egiten duen fluido bat berotzeko. Fluidoari eman zaion energia energia mekaniko bihurtzen da turbina batean. Turbinaren ardatzean sorgailu elektriko bat egongo da, eta horrek energia mekanikoa elektrizitate bihurtuko du.
- Erregai motaren arabera:
 - Ohiko termikoak: erregai solido (ikatz), likido (fuel-olioa, gasolioa) edo gaseoso (gas naturala) baten energia kimikoari probetxu ateratzen diote. Lan fluidoaren arabera:
 - Lurrunezko zentralak: ura da ziklo termodinamiko egiten duen fluidoa.
 - Gasezko zentralak: gas bat da ziklo termodinamiko egiten duen fluidoa (airea edo gas naturalaren errektuntza-gasa).
 - Ziklo konbinatuko zentralak: bi zikloak batera erabiltzen dituzte, elkarri lotuta.
 - Termiko nuklearrak: erregaiaren (uranio, plutonio) fisio-energia nuklearrari probetxu ateratzen diote.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza termikoa

- Ohiko zentral termikoetan erabiltzen diren erregaiak:
 - Erregai solidoak: zohikatza, lignitoa, huila eta antrazita.
 - Erregai likidoak: fuel-olioa eta gasolioa.
 - Erregai gaseosoak: gas naturala eta labe garaietako gasa.
- Erregai bat bereizten duten oinarritzko parametroak:
 - Konposizioa: karbono, hidrogeno, nitrogeno eta sufre kantitatea.
 - Lurrunkortasuna: airerik gabe 925 °C-ra berotzean, erregaiak jasaten duen pisu galera (%).
 - Errauntsak: errektuntza osoa gertatzean sorturiko hondakin solidoak.
 - Hezetasuna: erregaian dagoen ur kantitatea (%).
 - Bero-ahalmena (goikoa eta behekoa).
 - Sugar-puntua.
 - Sutze-puntua.
- Erabilitako erregai motak sutegiaren itxura eta tamaina, erregailua eta erregaia garraiatzeko eta prestatzeko sistemak baldintzatzen ditu.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza termikoa

- Ikatza:
 - C, H, O, N, S eta hondakin mineralez (errautsak) konposatua.
 - Ikatz motak:
 - Huilak eta antrazitak: % 96 C, % 2 H
 - Lignitoa: % 72 C, % 5 H
 - Bero-ahalmena:
 - Antrazitak: 35MJ/kg (8400 kcal/kg)
 - Huilak: 36 MJ/kg (8700 kcal/kg)
 - Lignitoak: 28 MJ/kg (6700 kcal/kg)
- Fuel-olioa:
 - % 87,5 C, % 10,6 H, % 1,8 S eta % 0,1 errautsak
 - Bero-ahalmena: 39 – 42 MJ/kg (9350 – 10100 kcal/kg)
- Gasolioa:
 - % 87 C, % 13 H, % 0,3 S
 - Bero-ahalmena: 45 MJ/kg (10800 kcal/kg)
- Gas naturala:
 - Bero-ahalmena: 40 MJ/kg (9600 kcal/kg)

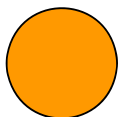
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza termikoa

- Zentral termiko bat makina termiko bat da:
 - Foku bero baten eta foku hotz baten artean egiten du lan.
 - Ziklo termodinamikoa gauzatzen duen fluidoa erabiltzen du:
 - ◆ Ura: lurrunezko termikoak
 - ◆ Aire + errektuntza-gasak: gazezko termikoak
 - Energia termikoa energia mekaniko bihurtzeko turbinak erabiltzen dira.

Foku Beroa (T_c)

Q_{abs}

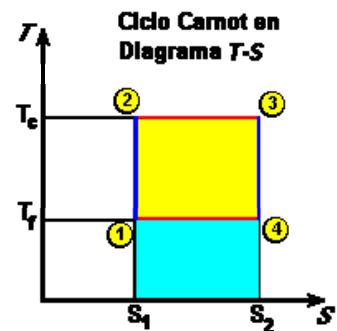


$$W = Q_{abs} - Q_{ced}$$

Errendimendua:

$$\eta = \frac{W}{Q_{abs}} = \frac{Q_{abs} - Q_{ced}}{Q_{abs}} = 1 - \frac{Q_{ced}}{Q_{abs}}$$

Foku Hotza (T_f)



Carnoten ziklo idealia:

- Konpresio isoentropikoa (1-2)
- Bero-xurgatze isotermoda (2-3)
- Zabaltze isoentropikoa (3-4)
- Bero-emate isotermoda (4-1)

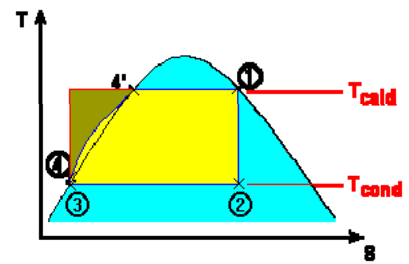
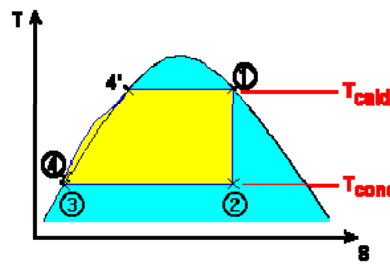
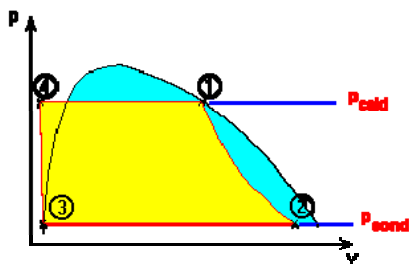
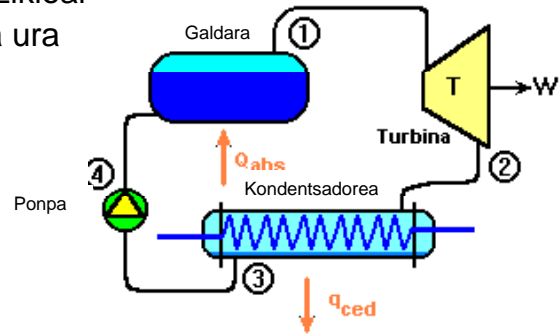
$$\eta_{carnot} = \frac{W}{Q_{abs}} = 1 - \frac{T_f}{T_c}$$

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

■ Lurrunezko zentral termikoak Rankineren zikloa oinarritzen dira. Fluido termodinamiko gisa ura erabiltzen da. Honako etapa hauek ditu:

- Konpresio isentropikoa
- Uraren berokuntza isobarikoa
- Zabaltze isentropikoa
- Lurrunaren kondentsatze isobarikoa

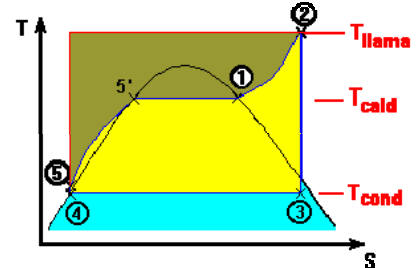
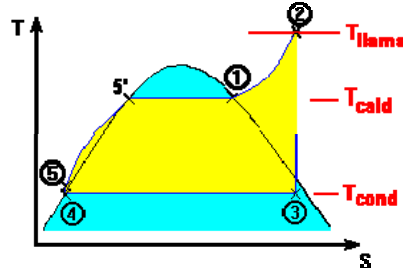
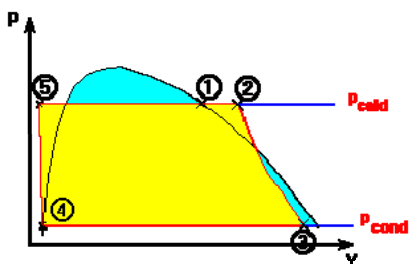
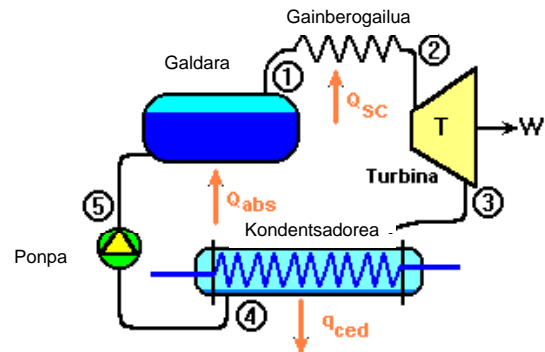


3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

■ Rankineren zikloa gainberotzearekin: lurrun lehorraren tenperatura igoarazi egiten da.

- Turbinaren irteerako hezetasuna murriztu egiten da.
- Lurrunak har dezakeen tenperatura maximoa mugaturik dago.

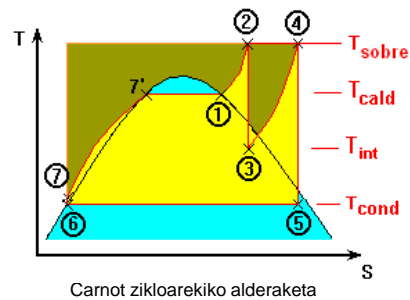
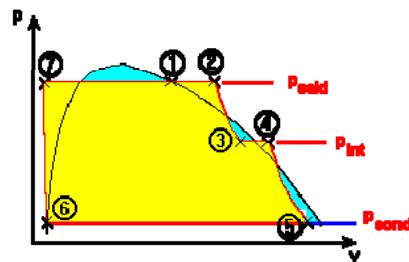
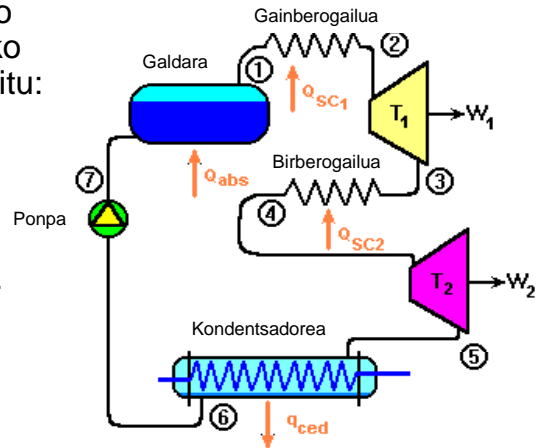


3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

■ Lurrunezko zentral termikoak Rankineren ziklo aldatuan oinarritzen dira. Fluido termodinamiko gisa ura erabiltzen da. Honako etapa hauek ditu:

- Berotzea goi-presioan (7-1).
- Gainberotzea goi-presioan (1-2).
- Goi-presiotik presio ertainera zabaltzea (2-3).
- Tarteko birberotzea presio ertainean (3-4).
- Presio ertainetik behe-presiora zabaltzea (4-5).
- Behe-presioan hoztea (kondentsazioa) (5-6).
- Konpresioa behe-presiotik goi-presiora (6-7).

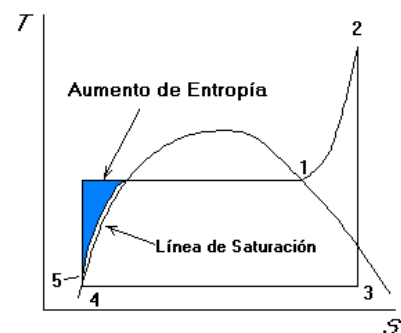


3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

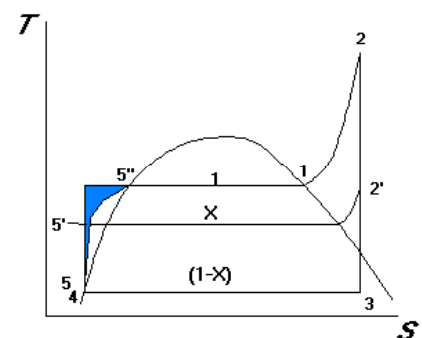
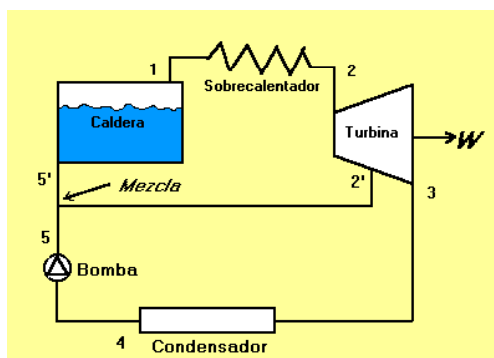
Lurrunezko sorkuntza termikoa

■ Rankineren zikloa aurreberotze birsortzailearekin: turbinatik lurrina erazten da, eta galdarara sartzera doan ur kondentsatu hotza berotzeko erabiltzen da hori, itzulezintasun termodinamiko murrizteko.

- Erazte kopuru mugatua.
- Urteko funtzionamendu-ordu askoko zentraletan erabiltzen da.



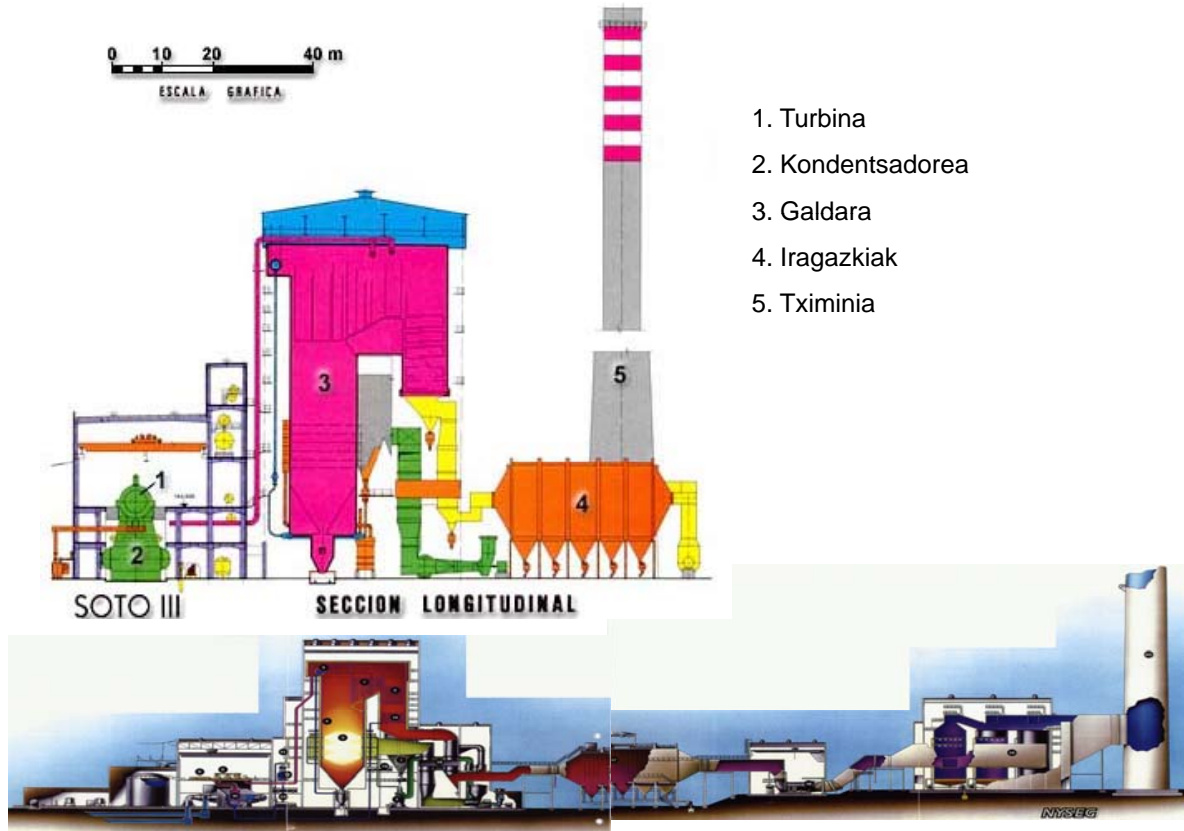
Erazterik gabeko itzulezintasuna



Itzulezintasuna eraztearekin

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

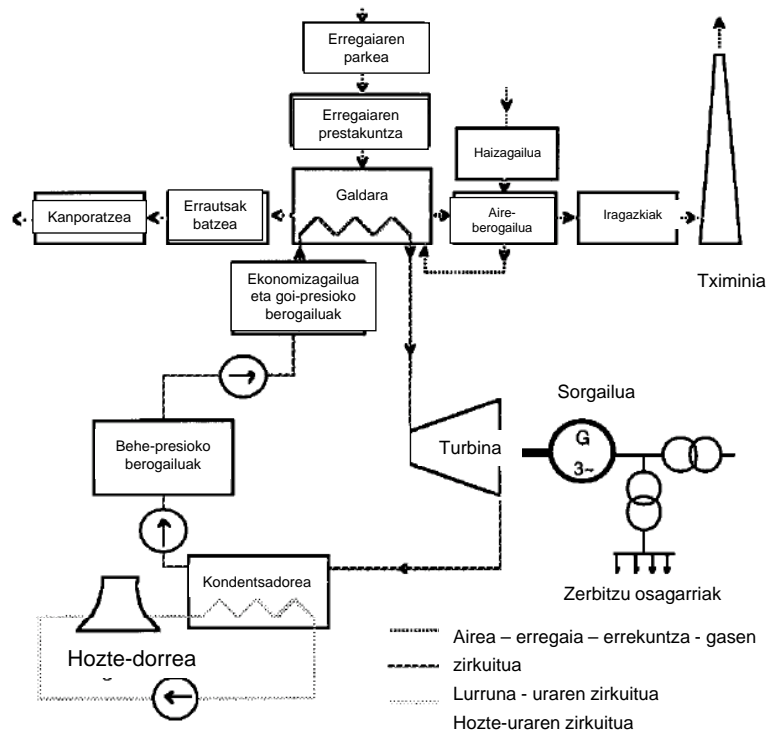
Lurrunezko sorkuntza termikoa



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

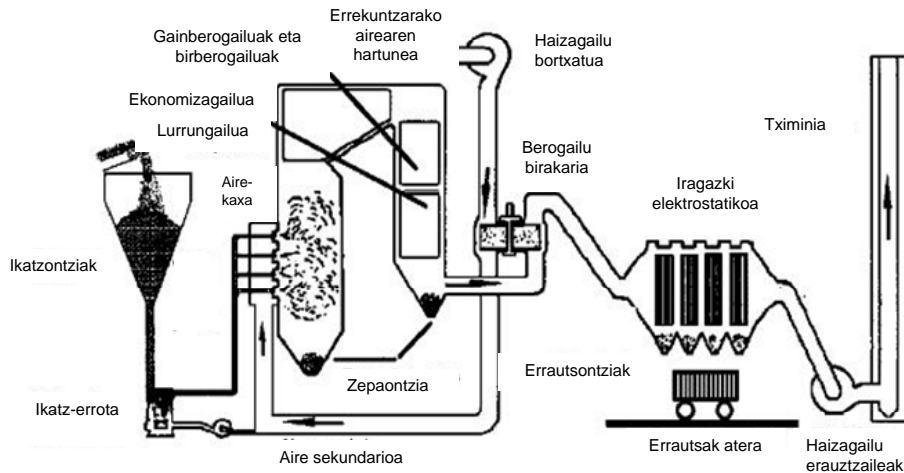
- Lurrunezko zentral termiko bat hiru zirkuituz osaturik dago:



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

- **Aire-erregai-gas-errauts zirkuitua**
 - Erregai hartzea eta biltegitratzea.
 - Erregai prestatu, erretzeko prest egon dadin.
 - Erregaiaren garraioa sutegira.
 - Errekuntza.
 - Gasen irteera eta iragaztea.
 - Errautsak eta errekuntzako hondakinak ateratzea.



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

- Horniketaren irregulartasunei aurre egitea, eta errekuntza baldintza egokietan gerta dadin ziurtatzea.
- **Erregai solidoak:**
 - Garraioa trenak edo itsasontziak erabiliz egiten da.
 - Erregai kalitate gutxikoa denean, ez da errentagarria distantzia handietara garraiatzea, eta zentrala meategiaren ondoan ipintzen da.
 - Biltegitratzean bi etapa daude: erregai-parkea (zenbait hilabeteren funtzionamendurako edukiera) eta erregai-tanga (zenbait orduren funtzionamendurako edukiera).
 - Ikatza birrintzea.
- **Erregai likidoak:**
 - Garraioa trenak eta itsasontziak erabiliz edo oliobideen bitartez egiten da.
 - Tangetan biltegitratzen da eta ponpen bitartez bidaltzen da galdarara.
 - Aurreberotzea bi etapetan: ponpaketaren aurretik biskositatea murrizteko, eta galdaran sartu aurretik lainoztatzea eta errekuntza errazteko.
- **Erregai gaseosoak:**
 - Hornitzailearen tangetan biltegitratzen da.
 - Zentralera gasbideen bidez garraiatzen da.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

- **Erregailuak:** airea eta birrinduriko erregaia sutegira injektatzen dituzte.
 - Erregailuek sutze-puntuaren kontrola ahalbidetu behar dute. Gainera, sugarrak egonkorra izan behar du, errekontza osoa izan behar da, eta gehiegizko airearen eta sutegiaren arteko tenperaturaren banaketak uniformeak izan behar du. Zepa metatzea saihestu behar da, birberotu eta erre ez dadin.
 - Birrinduriko ikatzaren erregailuak
 - Fluxu laminarrekoa: ez dute aire-ikatz nahasketan zurrunbiloak sortuko dituen sistemarik; nahastearen abiaduragatik eta aire sekundario eta tertziarioaren eraginagatik sortzen dira horiek.
 - Fluxu zurrunbiltsukoa: aire-ikatz nahasketari eta aire sekundarioari mugimendu birakari bat ematen zaio.
 - Erregai likidoen erregailuak (presiozkoak, fluido laguntzailea erabiltzen dutenak, kopa birakaria...).
 - Potentzia handiko galdaretan erregailuaren angelua alda daiteke, garraren posizioa kontrolatuz.

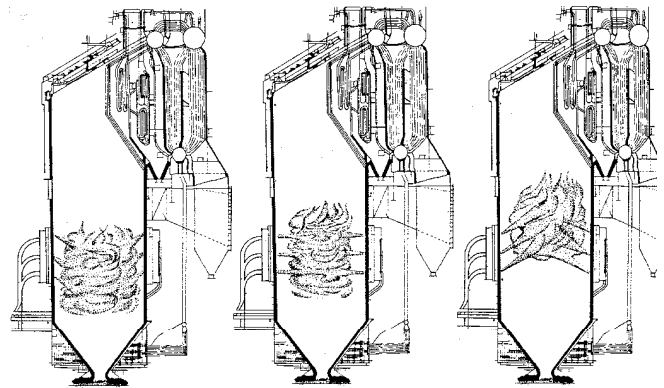


Fig. 5.28 Regulación de la posición del núcleo de la llama con quemadores inclinables.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

- Hondakin motak:
 - Errekuntza-gasekin batera doan errautsa.
 - Sutegiaren hondoa metatzen den zepa.
- Errautsen konposizioa erabakitzen dutenak:
 - Erregai mota.
 - Errekuntza-baldintzak.
- Kontuan izan beharreko faktoreak:
 - Errautsen fusio-puntua: hodietan itsats daitezke, bero-transmisioa tratatuz eta puntu beroak eraginez.
 - Eraso kimikoa.
 - Ingurumen-eragina.

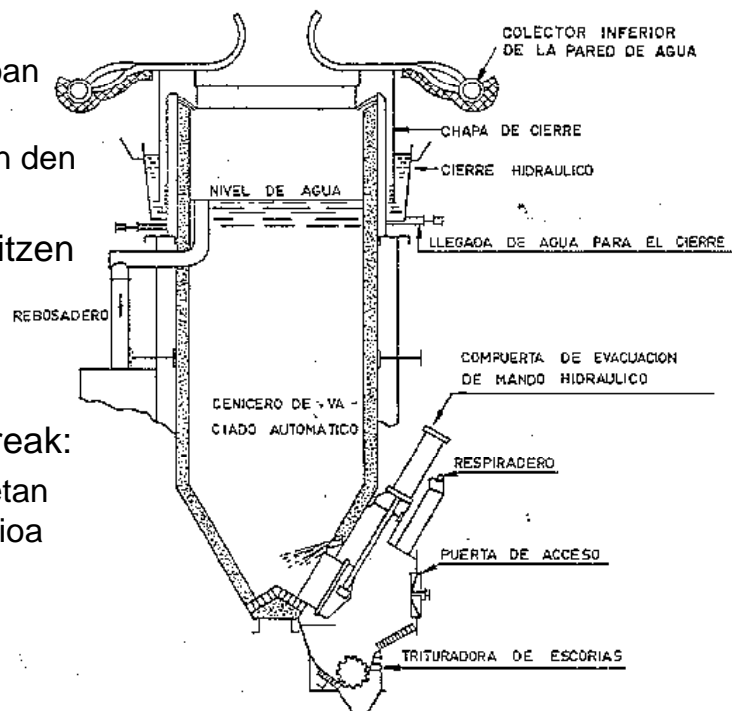


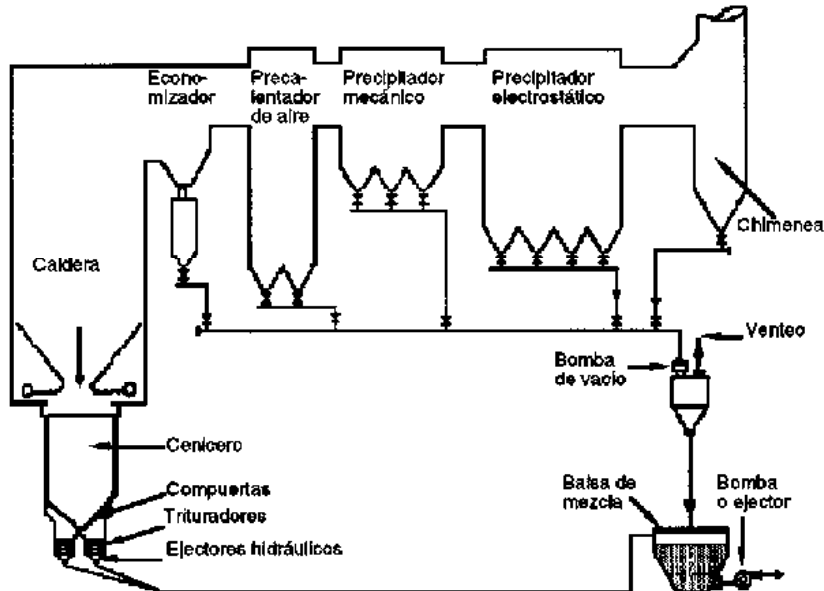
Fig. 5.41. Cenicero con cierre hidráulico

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

■ Errekuntzaren hondakinak ateratzea

- Zepa: sutegiaren hondako hautsontzitik ateratzen dira.
- Errautsak: errekuntza-gasen irteeran kokaturiko tobera-biltzaileetan biltzen dira (kolektore mekanikoak, elektrostatikoak eta mistoak edo elektromekanikoak).

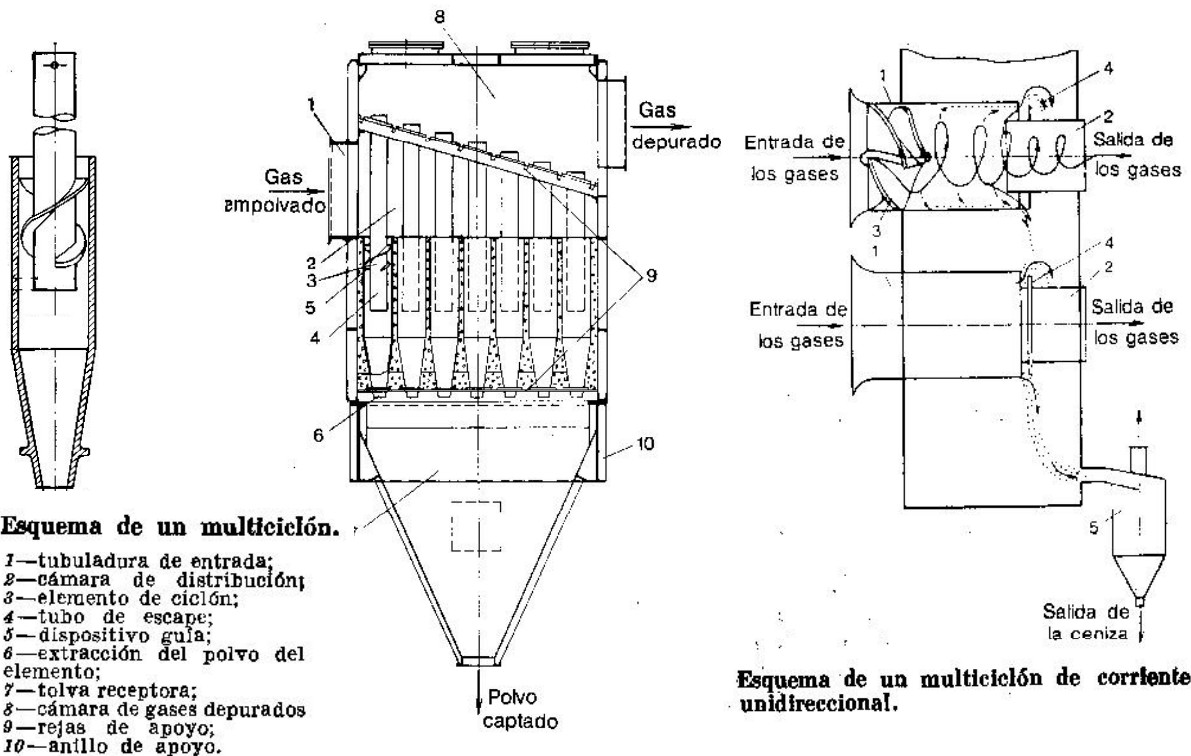


3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

■ Kolektore mekanikoak: efektu zentrifugoa oinarritzen dira.

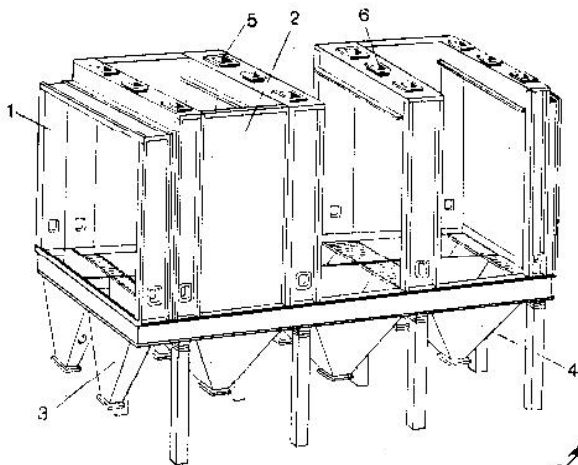
Elementos de ciclón de los multiciclones.



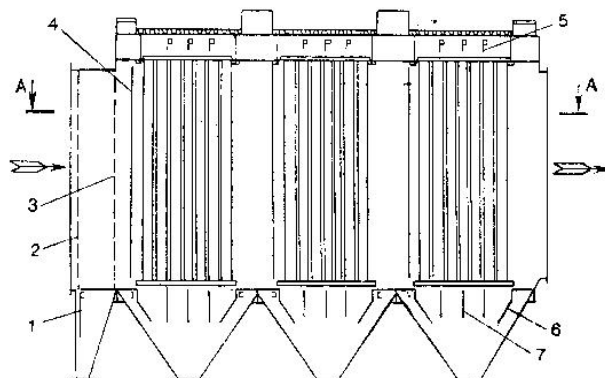
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

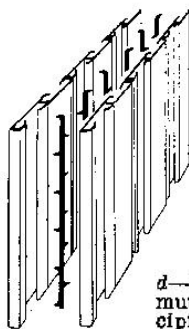
- Kolektore elektrostatiakoak: eremu elektrikoak erabiliz, errauts partikulen ionizazioa gertatzen da.



1—antecámara;
2—cámara para disponer los electrodos;
3 y 4—tolvas de la antecámara y del filtro eléctrico;
5—caja aisladora;
6—garganta de la escotilla de servicio;



1—delantal de la antecámara;
2 y 3—rejillas distribuidoras de gas anterior y posterior;
4—chapas laterales para cortar el gas;
5—chapas protectoras;
6—delantal de la tolva;
7—chapas transversales de la tolva.

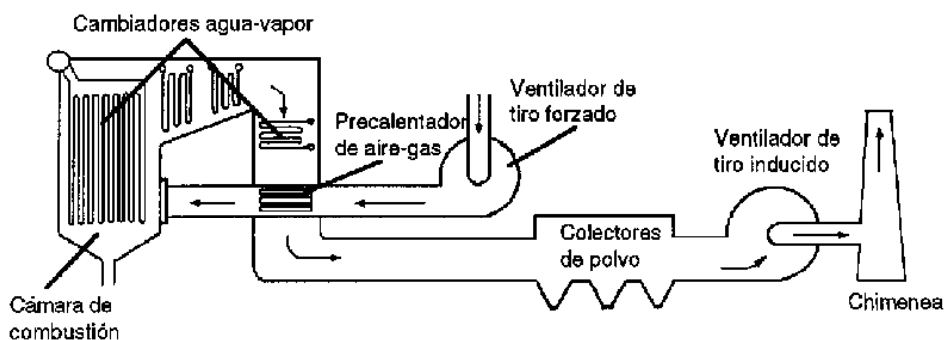


d—esquema de la disposición mutua de los electrodos precipitadores y de corona.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

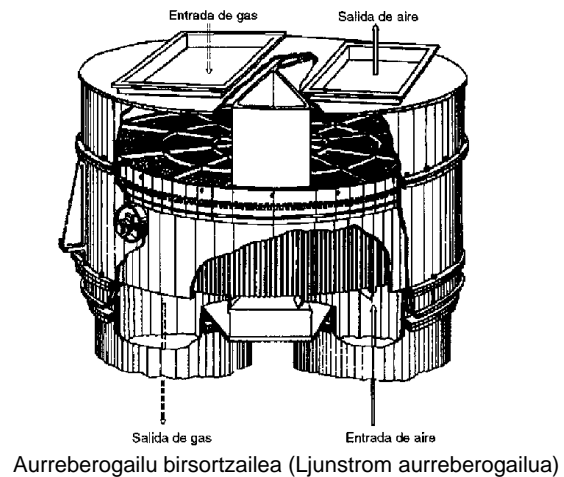
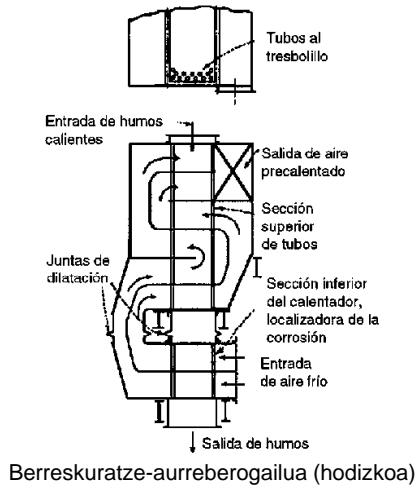
- Galdarako tiroaren egitekoak dira errektuntzari beharrezko duen airea ematea eta horren ondorioz sortzen diren gasak sute gutik ateratzea.
 - Berezko tiroa: airearen zirkulazioa gertatzen da tximinia barneko gas beroen eta kanpoko aire hotzaren arteko dentsitate-diferentziaren ondorioz.
 - Presio-diferentzia nahikoa izan behar da zirkuituan zehar gertatzen diren galerak gainditzeko eta zirkulazio-abiadura egokia mantentzeko.
 - Tiro artifiziala: egoera guztietan tiroa egon dadin, gailu laguntzaileak erabiltzen dira; tximiniaren tamaina murriztu egiten da, egoera atmosferikoak ez dio eragiten eta bat-bateko karga-aldaketei hobeto egokitzen zaie.
 - Tiro behartua: tiro behartuko haizagailuen bitartez, sute gutian presiodun airea sartzen da.
 - Eragindako tiroa: sute gutiko gasak xurgatu egiten dira.
 - Tiro mistoa: tiro behartuaren eta eragindako tiroaren arteko konbinazioa.



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

- Errekuntzarako beharrezkoa den airea aurreberogailuetatik igarotzen da, galdarara sartu aurretik, prozesuaren errendimendua handituz. Aire-aurreberogailua errekuntza-gasen ibilbidearen bukaeran dago, ekonomizagailuaren ondoren.
- Errekuntza-gasek duten beroa berreskuratzea. Horrela, energia gehigarria galdaran sartzen da: airearen bero sentikorra.
- Airearen temperatura handitzeak errekuntza hobetzen du.



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

- Ur-lurrin zirkuituaren osagaiak:

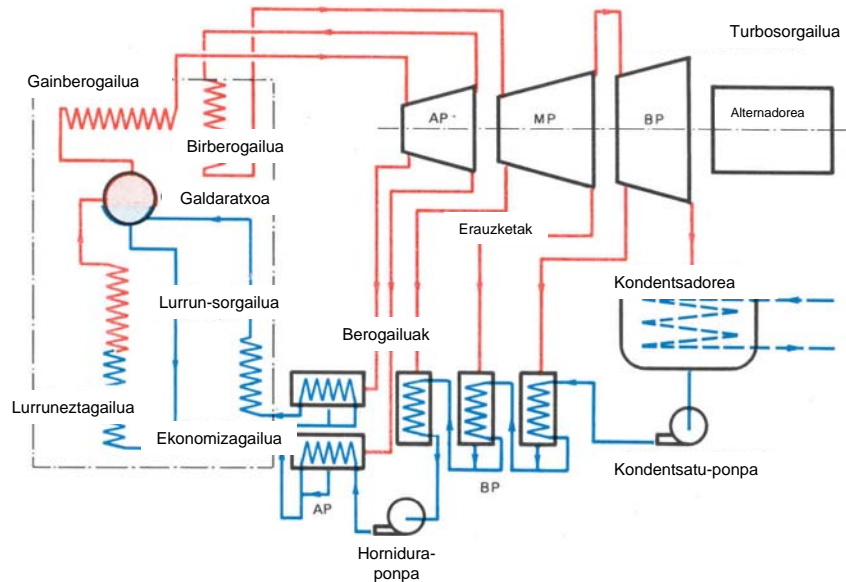
Galdara

- **Lurruntze-hodiak.** Sutegiaren horma osatzen duten hodi bertikalen multzoa.
- **Lurrin-andela.** Lurruntze-hodiek batera, lurrina sortzeko sistema osatzen dute. Hemen banantzen dira lurrin lehorra eta ur likidoa. Lurrin lehorrak gainberogailuetarako bidea hartzen du, eta ur likidoa lurruntze-hodietara itzultzen da zorrotzen bitartez. Hemen nahasten dira elikatze-ura eta lurruntze-hodietatik datorrena.
- **Gainberogailuak.** Ur-lurrinaren tenperatura igoarazten dute, beren energia handituz.
- **Birberogailua.** Turbinatik erauzitako lurrina berotzen dute, presio baxuagoko turbinara sartu aurretik.
- **Ekonomizagailua.** Galdarako elikatze-ura aurreberotzen du.
- **Turbina.** Lurrina bertan zabaltzen da.
- **Kondentsadorea.** Ziklo termodinamikoaren foku hotza da. Kondentsaturiko ura galdarara bideratzen da, ponpa zentrifugoaren bidez (kondentsazio-ponpak).

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

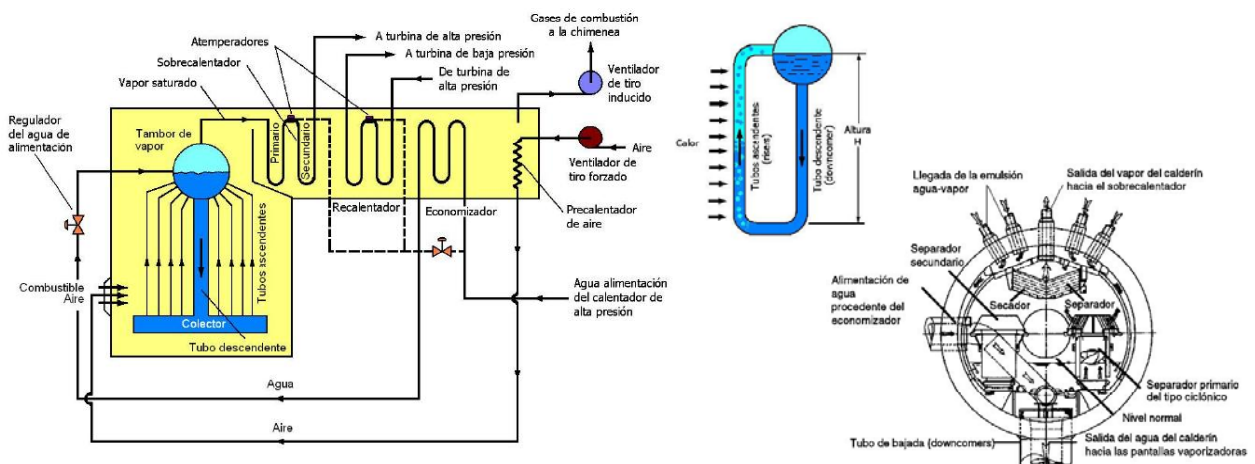
- Ur-lurrin zirkuitua
 - Rankineren ziklo aldatua



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

- Galdara motak:
 - Lurrin-andelarekin (zirkulazio naturala edo lagundutakoa)

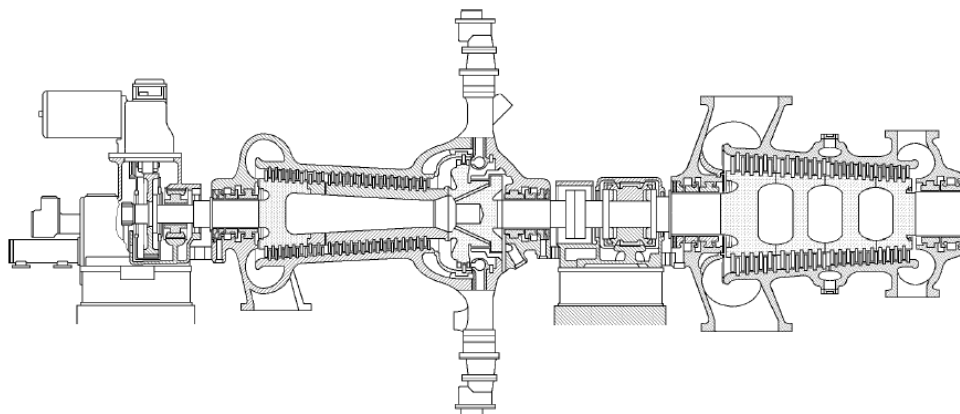


- Lurrin-andelik gabe edo *Once-Through* (Beharturiko zirkulazioa)
- Lurrunaren egoera:
 - Galdara azpikritikoa (<180 bar, 540 °C) + birberoketa sinpleko zikloa. Errendimendu garbia ~ % 40 (zentrala)
 - Galdara gainkritikoa (250 - 325 bar, 566 – 630 °C) + birberoketa bikoitza. Errendimendu garbia ~ % 45 (zentrala)

3. gaia. Lurrunezko zentral termikoak

Ur-lurrun zirkuitua. Lurrun-turbina

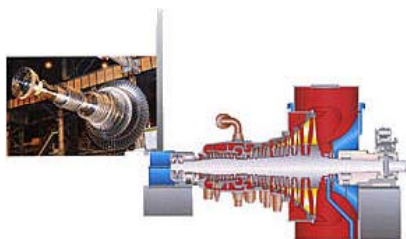
- **Lurrun-turbina:** lurrunaren goi-presioko energia energia mekaniko bihurtzen du.
 - Ardatzari loturiko koroa mugikorrez eta turbinaren gorputzean dauden koroa finkoz osaturik daude. Koroak besoz osaturik daude.
 - Lurruna zabaltzean, presio-beherakada gertatzen da, bolumena handiagotuz eta abiadura ere handituz. Besoen tamaina handituz doa lurruna zabaltzen doan heinean.
 - Presio-beherakada nola gertatzen den kontuan hartuz:
 - Akzio-turbinak: zabalkuntza osoa beso finkoetan gertatzen da.
 - Erreakzio-turbinak: zabalkuntzaren parte bat estatorean eta bestea errotorean gertatzen dira.



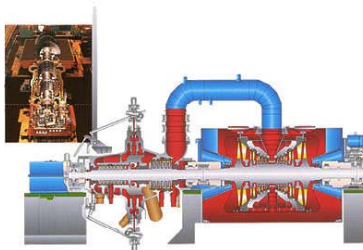
Hiru gorputzeko turbina: GP, EP, BP

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

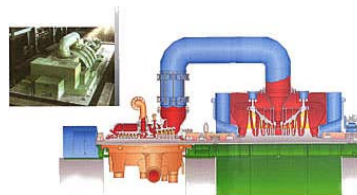
Lurrunezko sorkuntza termikoa



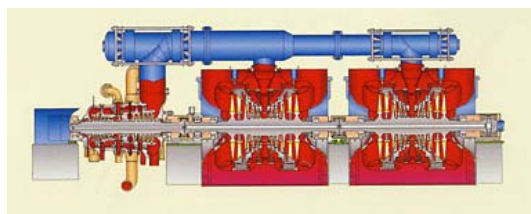
Turbina: gorputz bakarra, fluxu bakarra
Potentzia: 149 MW
Goi-presioko lurruna: 171 bar, 566 °C
Birberoturiko lurruna: 538 °C
Abiadura: 3000 rpm



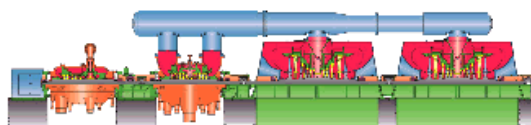
Turbina: Tandem Compound, 2 gorputz, fluxu bikoitza
Potentzia: 300 MW
Goi presioko lurruna: 171 bar, 538 °C
Birberoturiko lurruna: 538 °C
Abiadura: 3600 rpm



Turbina: Tandem Compound, 2 gorputz, fluxu bikoitza
Potentzia: 500 MW
Goi presioko lurruna: 171 bar, 538 °C
Birberoturiko lurruna: 538 °C
Abiadura: 3600 rpm



Turbina: Tandem Compound, 3 gorputz, lau fluxu
Potentzia: 700 MW
Goi-presioko lurruna: 249 bar, 593 °C
Birberoturiko lurruna: 593 °C
Abiadura: 3600 rpm

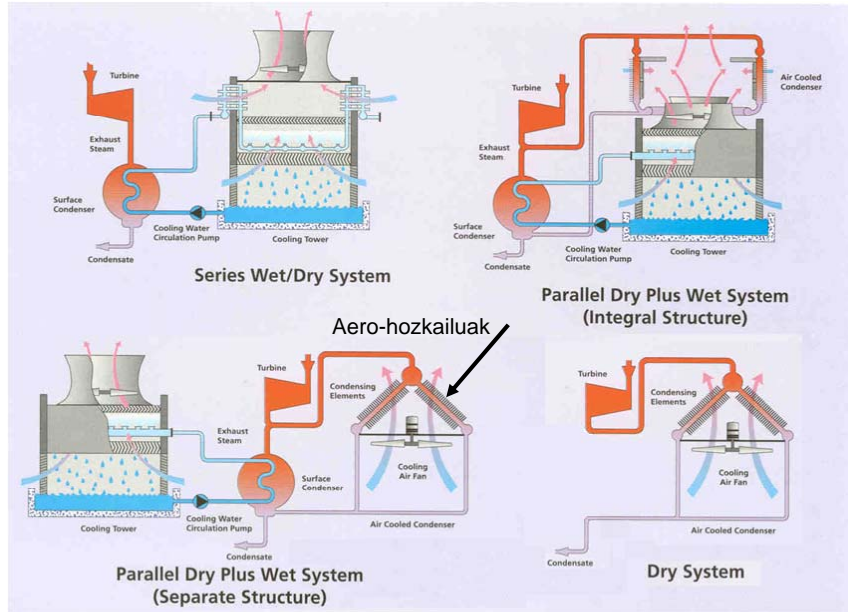


Turbina: Tandem Compound, 4 gorputz, lau fluxu
Potentzia: 1000 MW
Goi-presioko lurruna: 249 bar, 593 °C
Birberoturiko lurruna: 593 °C
Abiadura: 3600 rpm

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

- Hozte-zirkuitua
 - Lurrunaren kondentsazioan hartzen den beroa ateratzen du. Konfigurazioak:
 - ◆ Zirkuitu irekia: hozte-ura erreka batetik, laku batetik edo itsasotik dator eta bertara itzultzen da.
 - ◆ Zirkuitu itxia: kanpotik sartzen den ura erabiltzen da lurrunketaren ondorioz galduriko ura berreskuratzeko.



3. gaia. Lurrunezko zentral termikoak

Hozte-zirkuitua. Kondentsadorea

- Kondentsadorea: ziklo termodinamikoaren foku hotza da; kondentsaturiko ura galdarara bideratzen da ponpa zentrifugoen (kondentsazio-ponpak) bidez. Funtzioak:

- Errendimendu termodinamikoa handitzea lurrunaren bukaerako temperatura txikiagotuz.
- Lurrunaren presioa txikiagotu, turbinak erabil dezakeen energia handituz.
- Kondentsaturiko lurruna berreskuratu, galdararen elikatze-ur gisa erabiltzeko.

- Motak:

- Gainazaleko kondentsadorea

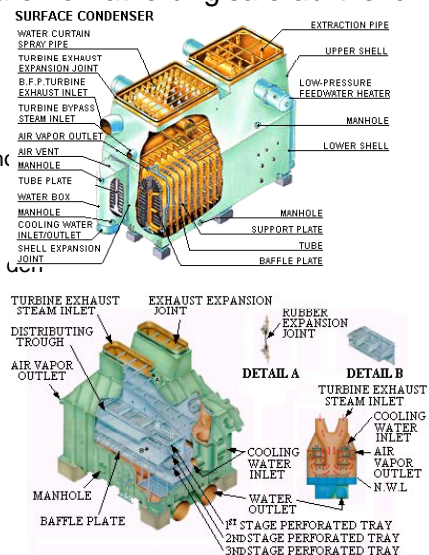
Turbinako irteera-lurruna kondentsatu egiten da hozte-ura doan h

kontaktuan sartzean.

- Nahasteko kondentsadorea (*jet condenser*)

Turbinako irteera-lurruna kondentsatu egiten da presioan sartzen g

ur hotz zorrotadekin nahastean.



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

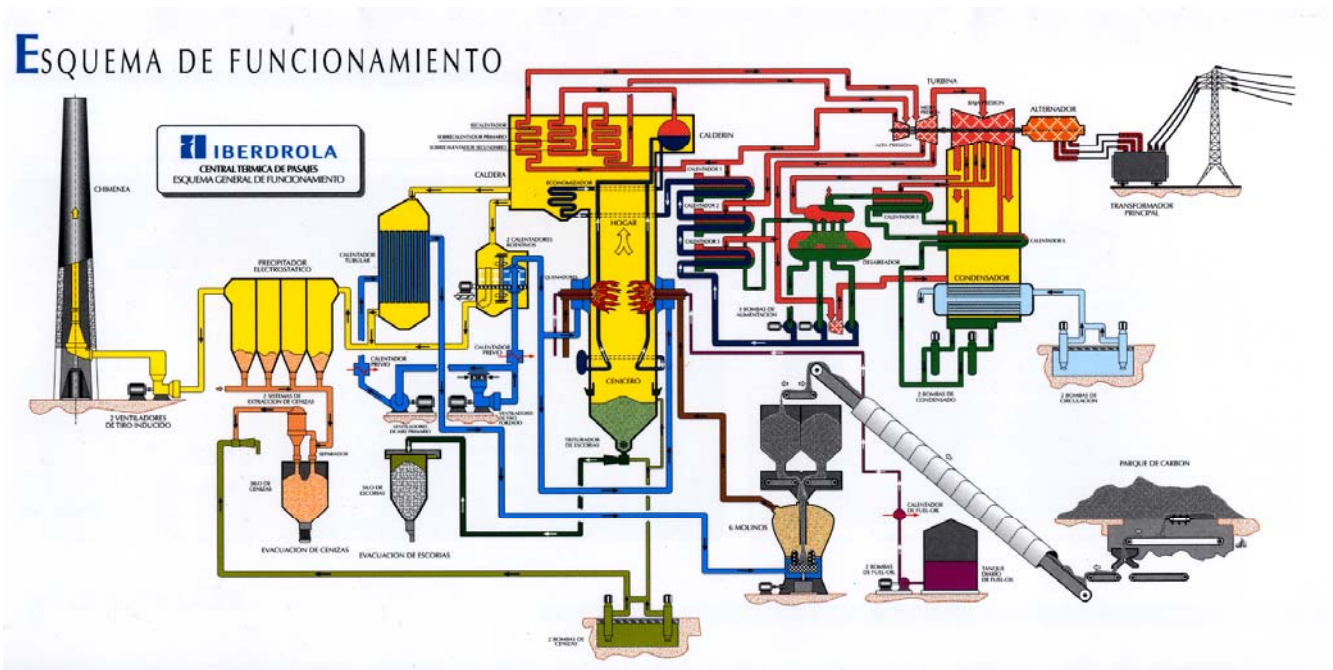
Lurrunezko sorkuntza termikoa

- Sorgailu elektrikoa. Energia mekanikoa elektriko bihurtzen du.
 - Mota: errotore zilindrikoko sinkronoa.
 - Sorgailua eta turbina ardatz horizontal baten bidez akoplatzen dira.

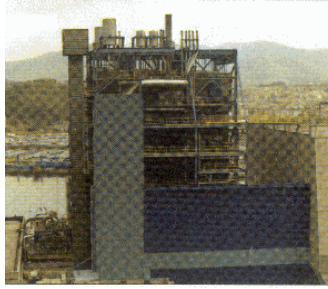


3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa



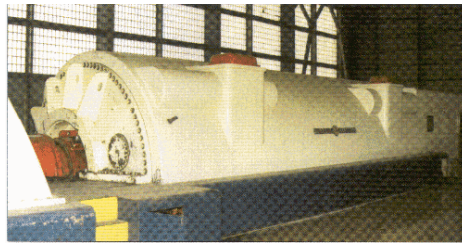
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Lurrunezko sorkuntza termikoa



UNIDAD 1	
POTENCIA INSTALADA	214.000 kW
FABRICANTE	BABCOCK & WILCOX
TIPO	Intemperie, de circulación natural y calderín único con una longitud de 17,06 m y 1,68 m de diámetro
HOGAR	A depresión de 12 mm de c.a.
PRODUCCION DE VAPOR	680 t/h, 156 kg/cm ² de presión y 540,5 °C de temperatura
Nº DE QUEMADORES	24 mixtos carbón, fuel-oil
Nº DE MOLINOS	6 Babcock-Wilcox
Nº PRECALENTADORES	2 rotativos, 1 tubular, 3 precalentadores de vapor
SEPARADORES CENIZAS	1 filtro mecánico, 1 electrofiltro (5 campos)



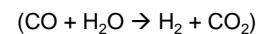
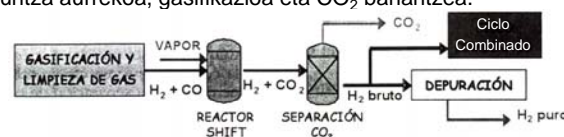
FABRICANTE	GENERAL ELECTRIC
TIPO	Tandem-compound
Nº DE CUERPOS	2
Nº DE ESCAPES AL CONDENSADOR	2
PRESION ADMISION	133 kg/cm ²
TEMP. ADMISION	538 °C
PRESION READMISION	33,4 kg/cm ²
TEMP. READMISION	538 °C
VELOCIDAD	3000 r.p.m.
Nº EXTRACCIONES	6
PRESION ABSOLUTA CONDENSADOR	38,1 mm de Hg



FABRICANTE	GENERAL ELECTRIC
POTENCIA NOMINAL	240.000 kVA
TENSION	17.000 V
REFRIGERADO POR	Hidrógeno a 2,1 kg/cm ²
REGULADOR TENSION	Excitación estática

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Lurrunezko sorkuntza termikoa

- Ikatzeko zentralen ingurumen-eragina
 - Arazoa: ikatza erregai merkea da, geografian banatua dago eta zenbait mendetarako erreserbak daude; baina CO₂ eta beste kutsatzaile batzuen isuri handiak eragiten ditu.
- Soluzioak:
 - Ikatz-errekuntzaren teknologia garbiak:
 - Ikatz-geruza esekia
 - Goranzko aire-korronte batek eraginda esekiduran dagoen ikatz-partikulez eta xurgatzaile alkalino baten partikulez (normalean, kararria) osatutako geruza batean ikatza erretzean datza. Horrela, multzoak irakiten ari den likido baten itxura du.
 - Teknologiak:
 - Geruza eseki atmosferikoaren teknologia. Zentral konbentzional batekin alderatuz, SO₂-ren isuriaren % 60 eta % 95 bitarteko murrizketa gertatzen da, sufrea errautsetan gelditzen baita. Errekuntza-temperatura txikiagoa denez, nitrogeno-oxidoen sorkuntza txikia da.
 - Geruza eseki presurizatuaren teknologia. Errendimendu termikoaren balioak % 40aren gainetik daude. Sufrearen isuriaren murrizketa % 90aren gainetik dago eta nitrogeno-oxidoen isuria txikia da.
 - Ikatzaren gasifikazioa: ikatza, meategitik atera ondoren, gasifikadorean oxigenoa injektatuz zentral batean erretzeko egokia den gas bilakatzen da (H₂ + CO); lorturiko gasak araztu egiten dira partikulak eta sufrea kentzeko (Informazio gehiago: IGCC Elcogas www.elcogas.es).
 - CO₂-ren harrapaketa eta metaketa
 - Errekuntza aurrekoa, gasifikazioa eta CO₂ banantzea.



- Errekuntza ondorengoa, CO₂ banantzea xurgatze-prozeduren, mintzen eta abarren bidez.
- Oxierrekuntza: errekuntza O₂-n aberatsa den atmosferan egiten da, sorturiko gasetan CO₂-ren kontzentrazioa handia izan dadin eta banantzea errazagoa izan dadin.
- Metaketa-sistema gisa zenbait prozedura aztertzen ari dira: erabilitako gas- eta petrolio-hobiak, lurpeko sakoneko ur gazia, itsas hondoa, hidrato eta karbonato mineralen ekoizpena, solidotzea, etab.

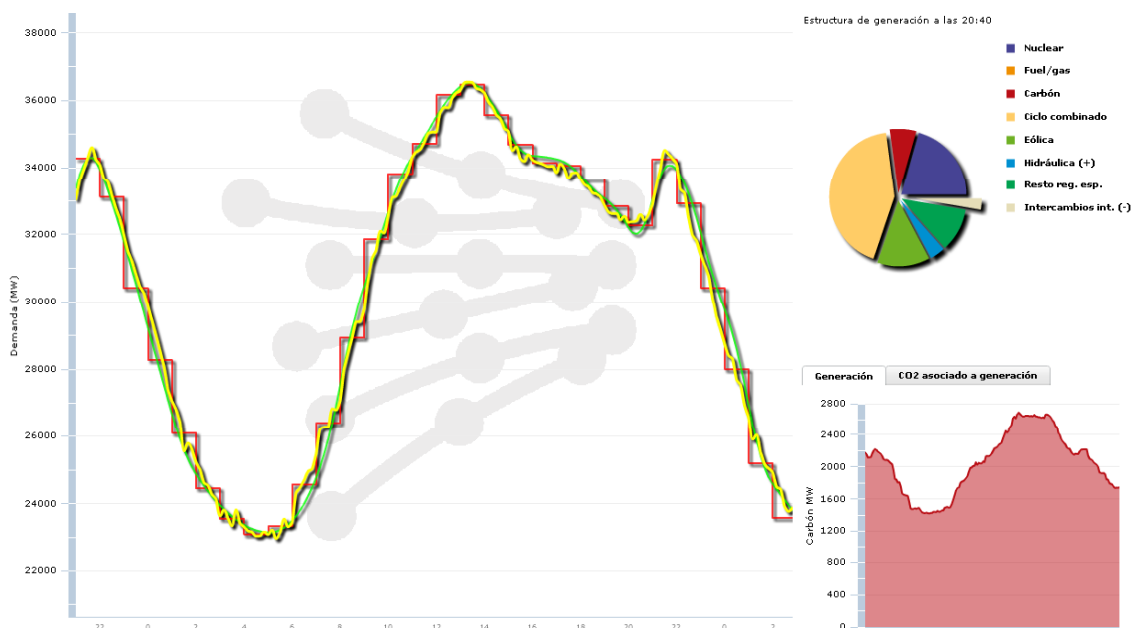
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa

- Lurrunezko zentral termikoen operazioa sistema elektrikoan:
 - Ikatzezko zentralak:
 - Oinarri-zentral gisa aritzen dira.
 - Potentzia ere erregulatzen dute (erregulazio sekundario eta tertziarioko merkatuak).
 - Fuelezko zentralak:
 - Eskari-puntak bete.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Lurrunezko sorkuntza termikoa



Demanda (MW) a las 03:00 de 21/08/2009 Real = 23673 Prevista = 23649 Emisiones CO2 (t/h) = 6833

© RED ELECTRICA DE ESPAÑA - www.ree.es • Todos los derechos reservados

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Lurrunezko sorkuntza termikoa

Utilización y disponibilidad de los grupos de carbón								
	Potencia MW	Producción GWh	Horas func.	Coeficientes utilización (%)		Indisponibilidad (%)		Disponibilidad %
				s/Disponible(1)	En horas de acoplamiento(2)	Revisión periódica	Averías	
Total	11.700	43.488	4.726	45,6	78,7	2,0	5,0	93,0

Utilización y disponibilidad de los grupos de fuel/gas								
	Potencia MW	Producción GWh	Horas func.	Coeficientes utilización (%)		Indisponibilidad (%)		Disponibilidad %
				s/Disponible(1)	En horas de acoplamiento(2)	Revisión periódica	Averías	
Total	1.492	0	0	0,0	-	1,9	48,8	49,3

(1) Es el cociente entre la producción real y la producción disponible o máxima producción que podría alcanzar la central funcionando a la potencia nominal durante las horas en la que está disponible.
(2) Es el cociente entre la producción real y la producción total que hubiese podido alcanzar la central funcionando a potencia nominal en el conjunto de horas en las que ha estado acoplada (produciendo).

Urteko erabiltze-orduak erregaiaren kostuarekin erlazionaturik daude. Ikatzezkoek ordu askotan egiten dute lan urtean (oinarria + eguneko kargaren erregulazioa). Aldiz, fuel-oliokoek ordu gutxiago egiten dute lan (punta).

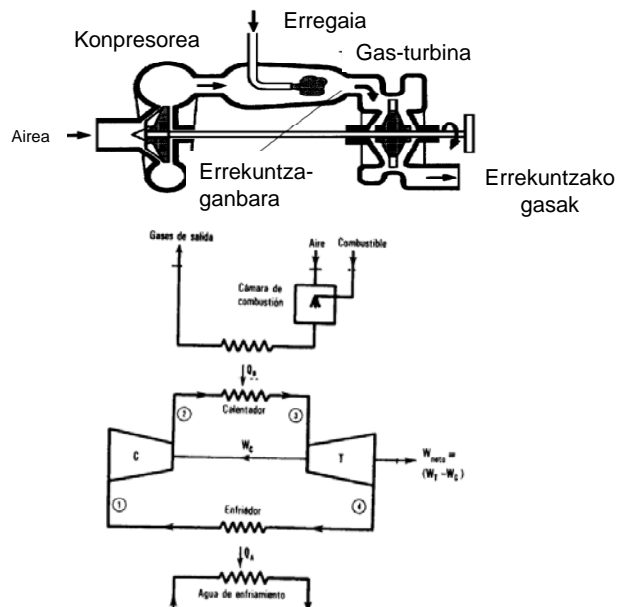
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Gasezko sorkuntza termikoa

Gasezko zentral termikoetan ziklo termodinamikoa egiten duen fluidoa gas egoeran dago une oro. Hori ez da horrela gertatzen lurrunezkoetan.

Errekuntzaren ondorioz sorturiko gasa turbinatik igarotzen den ala ez kontuan izanda, bi zentral mota bereizten dira:

■ **Barne-errekuntzako edo zirkuitu irekiko zentrala.** Errekuntzaren ondorioz sorturiko gasa turbinatik igarotzen da. Gehienetan, gas naturala erabiltzen da erregai gisa.

■ **Kanpo-errekuntzako edo zirkuitu itxiko zentrala.** Errekuntzaren ondorioz sorturiko gasak bero-trukea izaten du zirkuitu itxian zirkulatzen duen gasarekin (airea). Zirkuitu irekiko zentrala baino presio handiagoarekin egiten dute lan eta, horregatik, trinkoagoak dira.



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Gasezko sorkuntza termikoa

■ Oso malguak. *Heavy duty* gas-turbinek erregai likido eta gaseoso asko erabil ditzakete:

■ Gasa: 6520 eta 16850 kJ/Nm³ artean (gas naturala, ikatzaren deribatuak, cokearen deribatuak, petrolioaren deribatuak...)

■ Likidoa: nafta, destilatu arinak, destilatu astunak, gasolioa...

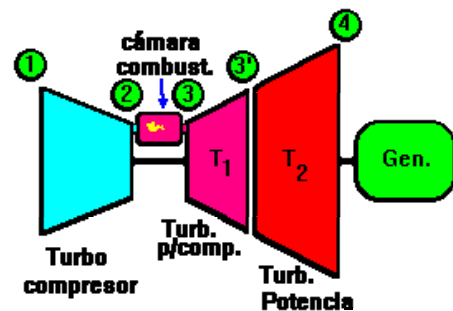
■ Sorkuntza elektrikorako (ziklo konbinatuak) turbinek gas naturala erretzen dute normalean. Noizbehinka, denbora-tarte motzetan erabiltzeko, gas naturalaren horniketa mozten denean, gasolioa erabiltzen da. Horretarako gorderik dagoen gasolioak zentrala mugaturiko denbora-tarte batean karga izendatuan lan egitea ahalbidetzen du.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

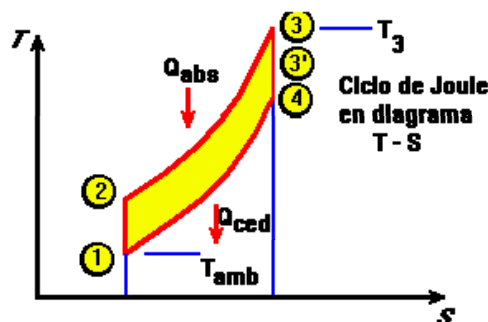
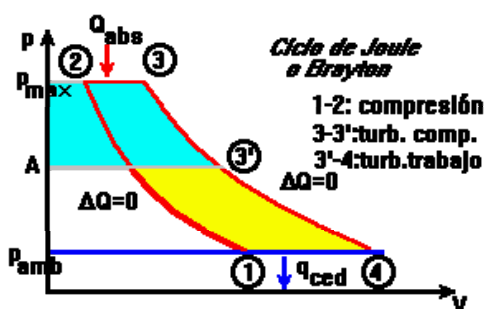
Gasezko sorkuntza termikoa

■ Joulen ziklo termodinamiko idealean (Braytonen ziklo gisa ere ezaguna) oinarritzen dira. Fluido termodinamikoa airea da eta etapa hauek ditu:

- Konpresio isentropikoa
- Berokuntza isobarikoa
- Zabaltze isentropikoa
- Hozte isobarikoa



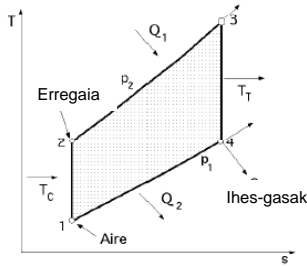
$$\eta = 1 - \frac{1}{\left(\frac{P_3}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}} = 1 - \frac{1}{\varepsilon_c^m}$$



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Gasezko sorkuntza termikoa

- Benetako ziklo termodinamikoan, prozesuak itzulezinak dira:
 - Konpresorea eta turbina
 - Errekuntza-ganbera



i) Etapa bakarreko gas-turbina baten ziklo erreala

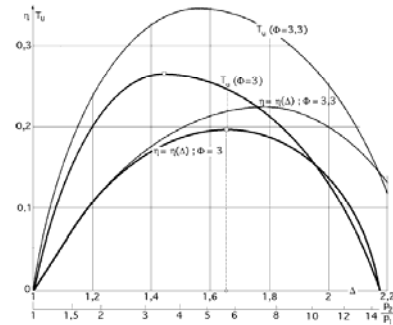
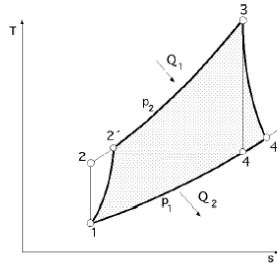
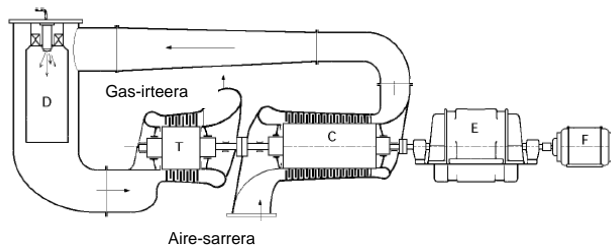


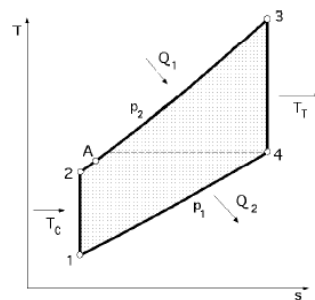
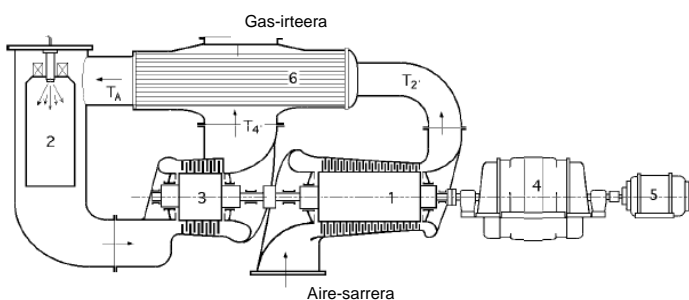
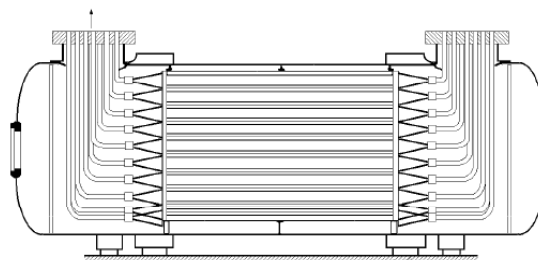
Fig II.2.- Rendimiento del ciclo y trabajo útil específico de una turbina de gas simple teniendo en cuenta las pérdidas en las máquinas, para: $\Phi = 3$ y $3,3$; $\eta_c = \eta_t = 0,85$



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Gasezko sorkuntza termikoa

- Errendimendua hobetzeko, bero-trukagailu baten bidez ihes-gasek beroa ematen diete konpresorearen irteerako gasei:
 - Birberogailu (birsorgailu, berreskuragailu) bat behar da.

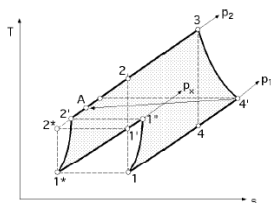


- 1) Konpresore axiala; 2) Errekuntza-ganbara; 3) Turbina; 4) Sorgailua; 5) Abio-motorra; 6) Aire-birberogailua.

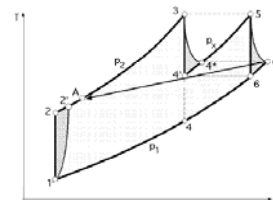
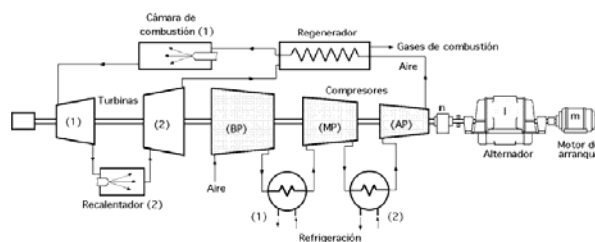
Ardatz-linea bakarreko eta aire-birsorgailudun gas-turbina baten eskema

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Gasezko sorkuntza termikoa

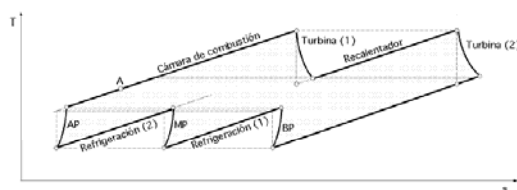
- Zikloaren errendimendua hobeto daiteke:
 - Konpresio-etapan tarteko hozte-sistema sartuz.
 - Turbinazio-etapan tarteko birberogailua sartuz.
 - Bien konbinazioaren bidez.



Bi konpresio-etapa, erdiko hozketa eta bat sorkuntzadun zikloa



Birberoketa eta birsorkuntzadun zikloa



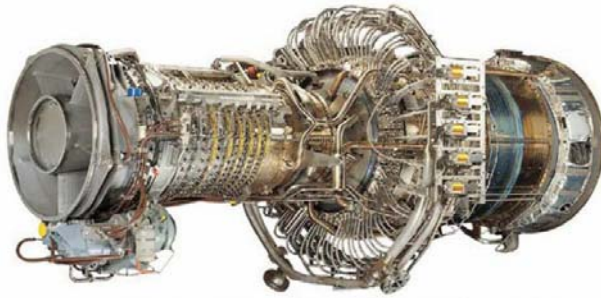
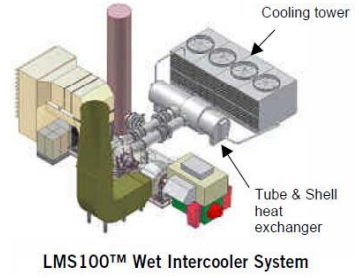
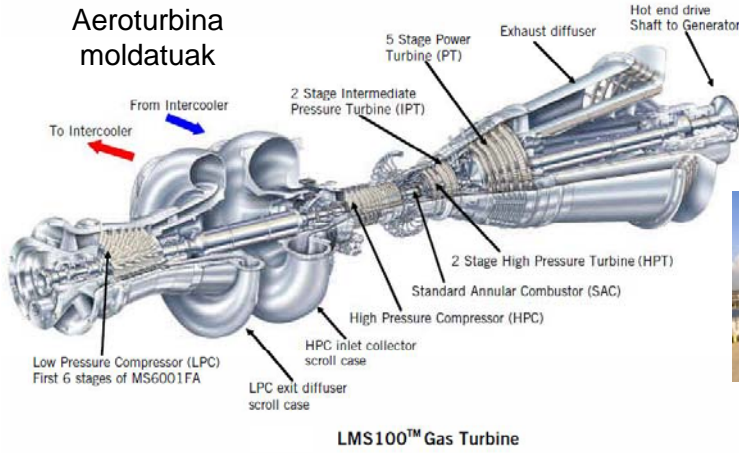
† Hiru konpresio-etapa, bi hozketa, bi hedapen-etapa eta birberoketadun gas-turbina baten eskema eta diagrama

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Gasezko sorkuntza termikoa

- Gas-turbinen sailkapena
 - Aeroturbinen moldaketa
 - Industrian erabiltzeko moldaketak egin diren aeroturbinak.
 - Industrialak edo *Heavy Duty*
 - Industrian erabiltzeko diseinatu diren turbinak, hasieran lurrin-turbinentzat garaturiko teknologiarekin.

INDUSTRIALAK	AEROTURBINEN MOLDAKETAK
Pisu eta tamaina handiagoa ⇒ sendoak	Potentzia / pisu erlazio handia ⇒ trinkoak
Errendimendu elektriko txikia % 30 – 35	Errendimendu elektriko handiagoa, % 40 baino handiagoa
Konpresio-erlazio txikia ⇒ GN hornikuntza-presioa 20 – 30 bar	Konpresio-erlazio handia ⇒ GN hornikuntza-presioa 30 – 50 bar
Abio eta gelditze motelak	Abio eta gelditze azkarrak
Funtzionamendu txarra karga partzialekin eta kargaren aldaketa azkarrekin	Funtzionamendu hobea karga partzialekin eta kargaren aldaketa azkarrekin
Erabilgarritasun oso handia	Erabilgarritasun okerragoa
Potentzia txiki, ertain eta handiak	Potentzia txiki eta ertainak (50 MW arte)
Mantentzea <i>in situ</i>	Mantentzearen zati bat lantegi espezializatuetan egin behar da
Mantentze-kostu txikia (0,24 – 0,36 c€/kWh)	Mantentze-kostu handia (0,30 – 0,50 c€/kWh)
Ihes-gasen tenperatura altua	Ihes-gasen tenperatura baxuagoa

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Gasezko sorkuntza termikoa



GE LM2500 (aeroderivative of the CF6-80C2). (Source: GE Power Systems)



LM6000

(www.ge-energy.com)

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Gasezko sorkuntza termikoa

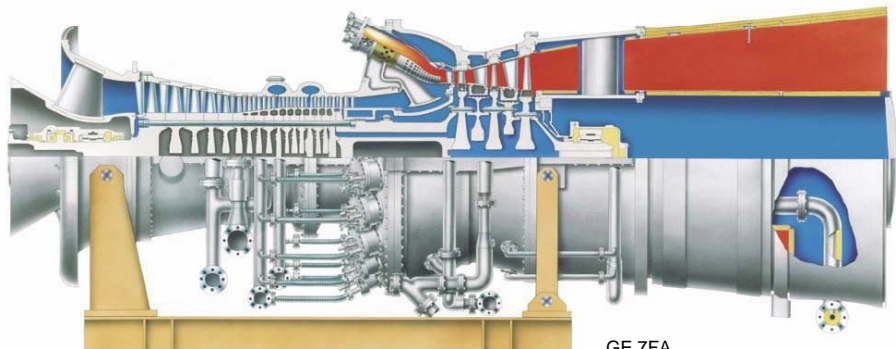


GE 9FB



GE-9H gas turbine is prepared for testing (Source: GE Power Systems)

Heavy duty gas-turbinak

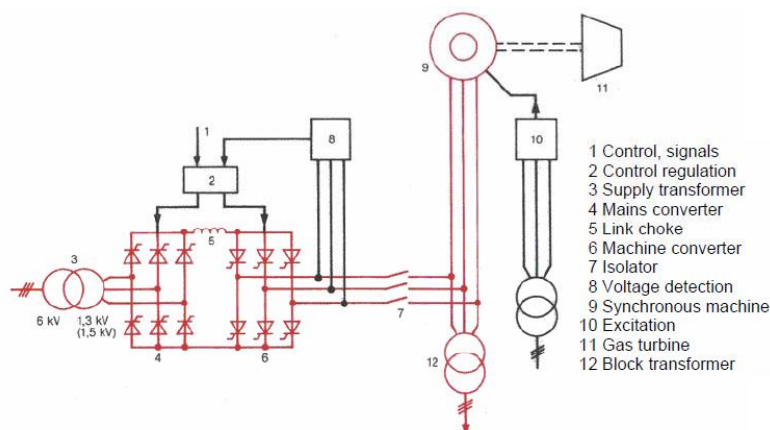


GE 7FA

(www.ge-energy.com)

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Gasezko sorkuntza termikoa

- Sorgailu elektrikoa. Energia mekanikoa elektriko bihurtzen du.
 - Mota: errotore zilindrikoko sinkronoa.
 - Sorgailu eta turbina-ardatz horizontal baten bidez akoplatzen dira.
- Abioa:
 - Beharrezkoa da turbina biratzen egotea konpresoreari eragiteko.
 - Abio-sistema estatiko baten bidez sorgailuak motor gisa lan egiten du, turbina abiadura izendatura eramanez; konpresoreak funtzionamenduko presioa ematen du eta errektuntza hasten da makina sorgailu gisa lan egitera pasatuz



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Gasezko sorkuntza termikoa

- Gasezko zentral termikoen operazioa sistema elektrikoan:
 - Puntako zentralak.
 - Erregulazio zentralak (erregulazio sekundarioko merkatua).
- Espainiako sistema elektrikoan, penintsulatik kanpo erabiltzen dira.

	Islas Baleares		Islas Canarias		Ceuta		Melilla		Total	
	MW	%11/10	MW	%11/10	MW	%11/10	MW	%11/10	MW	%11/10
Hidráulica	-	-	1	0,0	-	-	-	-	1	0,0
Carbón	510	0,0	-	-	-	-	-	-	510	0,0
Fuel / gas	802	-2,0	1.899	2,0	99	0,0	85	0,0	2.884	0,7
Motores de combustión interna (1)(2)	199	-7,7	546	0,0	83	0,0	70	0,0	898	-1,8
Turbina gas	603	0,0	639	6,1	16	0,0	15	0,0	1.273	3,0
Vapor	-	-	713	0,0	-	-	-	-	713	0,0
Ciclo combinado	934	0,0	920	-1,0	-	-	-	-	1.854	-0,5
Generación auxiliar(3)	0	-	0	-	-	-	-	-	0	-
Total régimen ordinario	2.246	-0,7	2.820	1,0	99	0,0	85	0,0	5.249	0,2
Hidráulica	-	-	0,5	0,0	-	-	-	-	0,5	0,0
Eólica	4	0,0	145	1,8	-	-	-	-	149	1,7
Solar	63	6,9	139	9,7	-	-	0,1	0,0	202	8,8
Térmica renovable	0	-	1	-96,8	-	-	-	-	1	-96,8
Térmica no renovable	83	1,2	33	0,0	-	-	2	0,0	119	0,9
Total régimen especial	150	3,5	319	-6,9	-	-	2	0,0	471	-3,8
Total	2.395	-0,5	3.138	0,1	99	0,0	87	0,0	5.720	-0,1

(1) Incluye generadores cuyo combustible principal es el fueloil, gasoil o gas natural.
 (2) A partir del 9 de junio de 2011 se incluye Ceuta ya que según resolución de la Dirección General de Política Energética y Minas se produce la baja de la instalación en el régimen especial y se inscribe en el régimen ordinario del Registro Administrativo de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica.
 (3) Grupos de emergencia que se instalan de forma transitoria en determinadas zonas para cubrir un déficit de generación.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Ziklo konbinatuak

- Ziklo konbinatuko zentral termiko batean, gas-turbina baten hondar-beroari lurrunezko ziklo batean ateratzen zaio etekin.
- Gas-turbina batean turbinari akoplatutako konpresore batek konprimaturiko airea berotu egiten da errekuntzaren ondorioz (Brayton zikloa). Gasak turbinan zabaltzean lan bat lortzen da, gero alternadorean energia elektriko bihurtuko dena. Erregai nagusia, normalean, gas naturala da.
- Gas-turbinatik irteten diren gasek 600 °C inguruko tenperatura dute. Beren beroa berreskuratze-galdara batean erabiltzen da lurruna lortzeko. Lurruna lurrin-turbina batean zabaltzean lan bat lortzen da, gero alternadorean energia elektriko bihurtuko dena (Rankine zikloa).
- Gas-turbinak eta lurrin-turbinak erabiliz lortzen diren zikloen konbinazioak errekuntza-beroari etekin handiagoa ateratzea ahalbidetzen du. Lortzen den errendimendu globala % 55 baino handiagoa da; zentral termiko arruntetan, berriz, % 37 lortzen da.

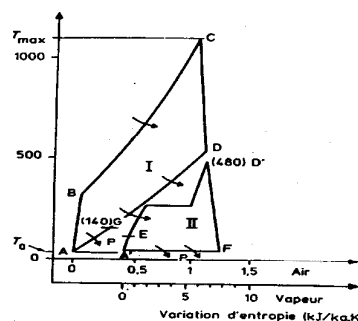
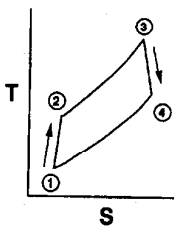
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Ziklo konbinatuak

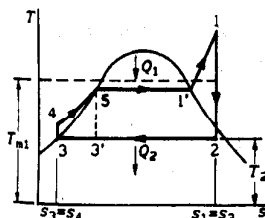
- Gas-zikloa (gas-turbina):

Brayton zikloa, errekuntza-gasak 1200 °C inguruan (turbinaren 1. etaparen sarrera).

Irteera-tenperatura 600 °C inguruan, konpresio-erlazioa 14 atm gainetik, 30 atm arte.



- Lurrin-zikloa:

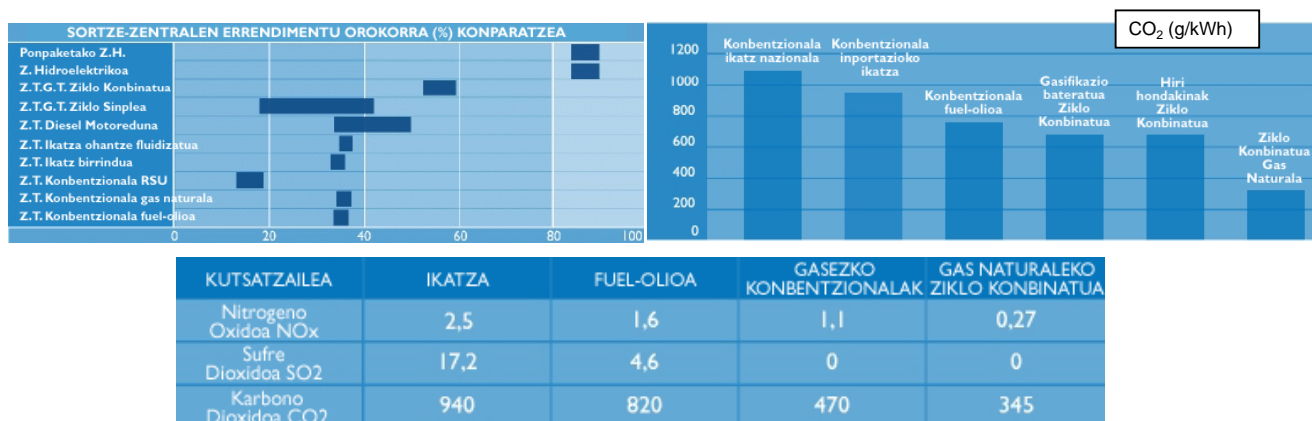


Gas-turbinen ihes-gasen beroa erabiliz, errekuntza-osagarririk gabeko berreskuratze-galdaran sorturiko lurruna Rankineren zikloan.

Birsortze gabeko lurrin-zikloa (ez da lurruna erauzten zabaltze-prozesuan) eta kondentsazioko irteera.

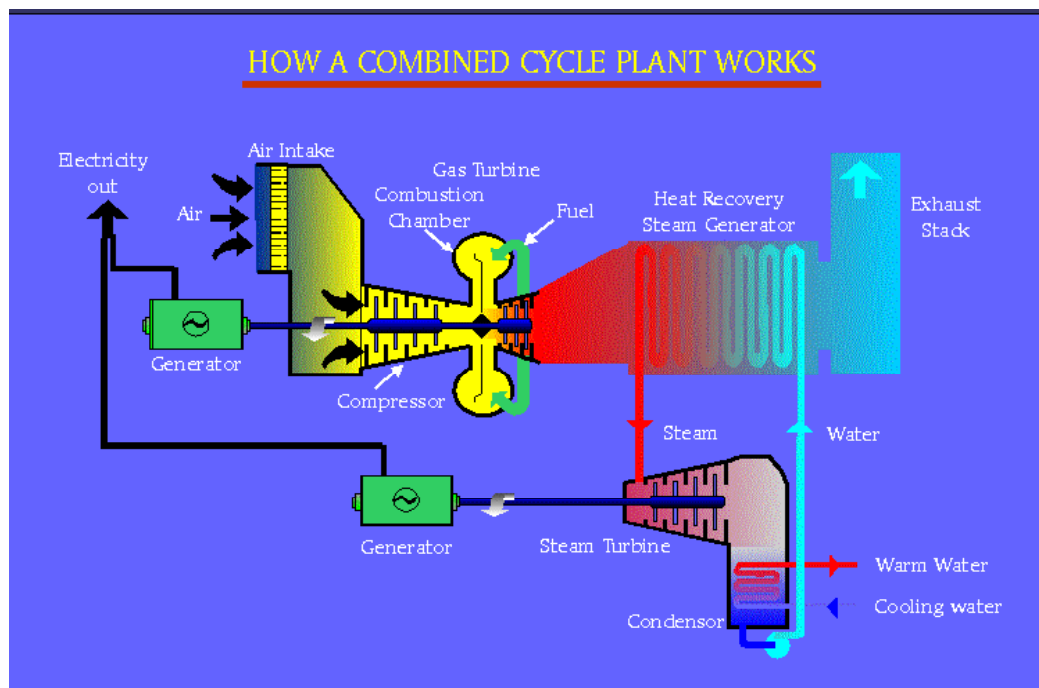
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Ziklo konbinatuak

- Honako abantaila hauek ditu beste sorkuntza-teknologiaren aldean:
 - Potentzia berdinentzat kostuaren, bolumenaren eta pisuaren murrizketa.
 - Errendimendu hobea (% 55 baino gehiago).
 - Abio azkarragoa eta kargaren aldaketa-abiadura handiagoa.
 - Hoztearen behar txikiagoa.
 - Ingurumenaren gaineko eragin txikia (gas naturala): CO₂, SO₂ eta NO_x-ren isurtze txikiagoa.
 - Muntatzeko erraza, modulu gisakoa baita (2 urte).



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Ziklo konbinatuak

- Gasezko eta lurrunezko zikloen arteko akoplamendua HRSG izeneko berreskuratze-galdaran egiten da:



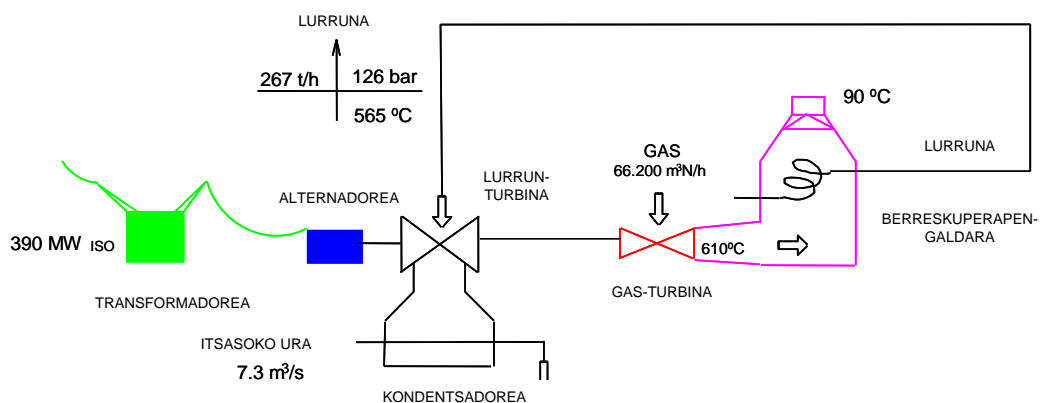
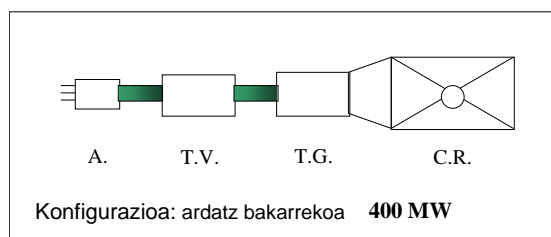
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Ziklo konbinatuak

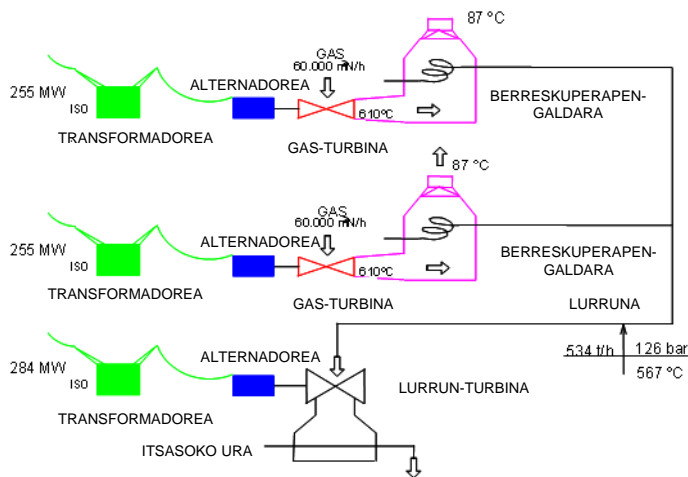
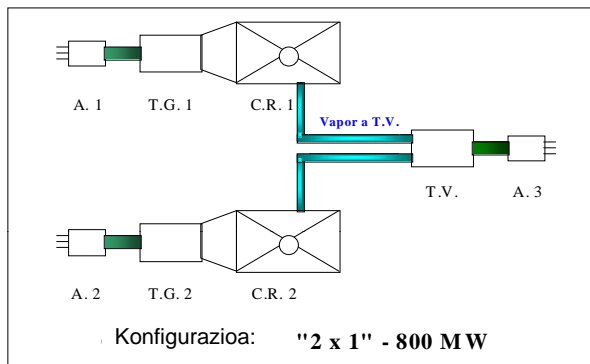
- Instalaturiko potentziaren arabera, gas eta lurrun turbinak ardatz bakarrean joan daitezke edo bananduriko ardatzak izan ditzakete. Horrela, bi topologia egon daitezke:
 - Ardatz bakarreko zentralak:
 - Lurrun-turbina bakoitzak gas-turbina bateko ihes-gasek sorturiko lurruna hartzen du. Bere potentzia gas-turbinarenaren erdia da.
 - Gas-turbina, lurrun-turbina, alternadorea eta berreskuratze-galdara lerrokaturik daude ardatz bakar batean.
 - Sorturiko potentzia 400 MW ingurukoa da.
 - 400 MW-eko zentraletan ardatz bakarreko konfigurazioa aukeratzen da.
 - Ardatz anizkoitzeko zentralak «2x1»:
 - Lurrunezko turbina bakar batek bi gas-turbinen ihes-gasek sorturiko lurruna hartzen du.
 - Gas-turbina bakoitza bere berreskuratze-galdararekin lerrokaturik dago. Lurrun-turbina bakar batentzat sortzen dute lurruna. Lurrun-turbinaren potentzia eta gas-turbina baten potentzia antzekoak dira. Beraz, hiru alternadore daude, bat turbina bakoitzeko.
 - Sorturiko potentzia 800 MW ingurukoa da.
 - 800 MW-eko zentraletan, 400 MW-eko bi ardatz bakarreko sistema edo 800 MW-eko 2x1 ardatz anizkoitzeko sistema baten artean aukera daiteke.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

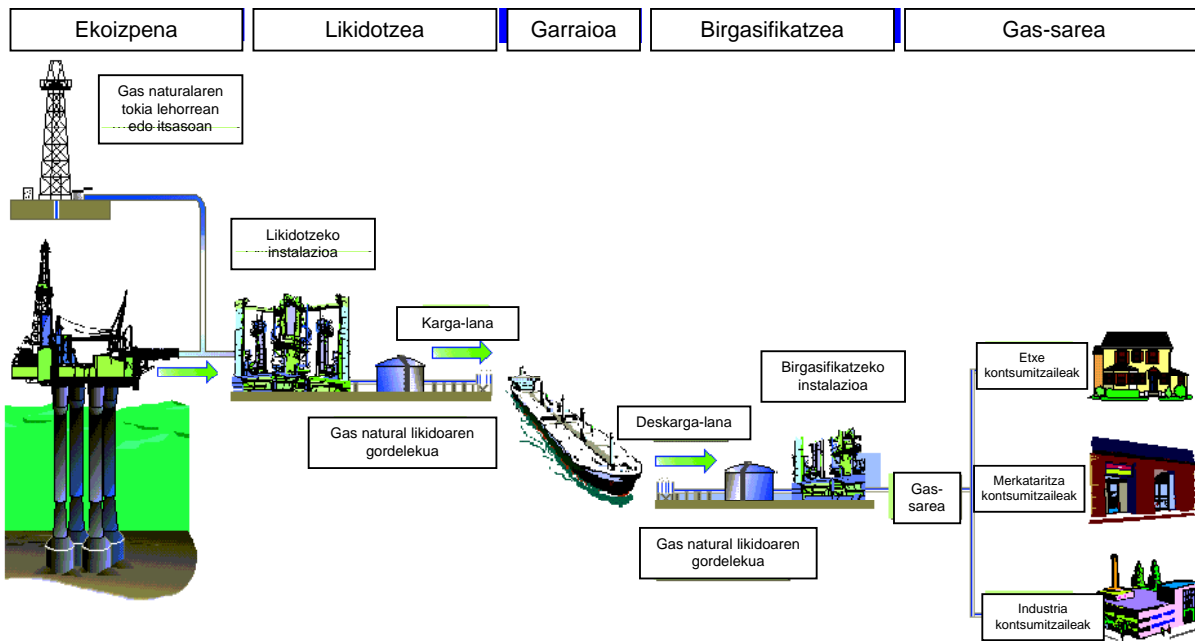
Ziklo konbinatuak



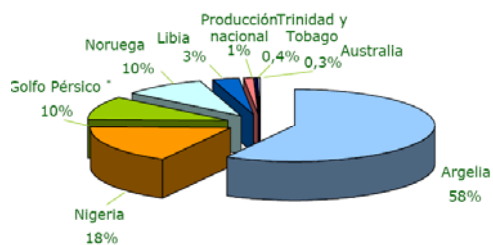
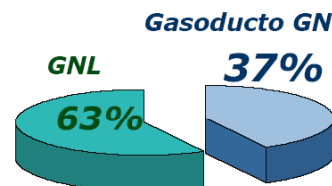
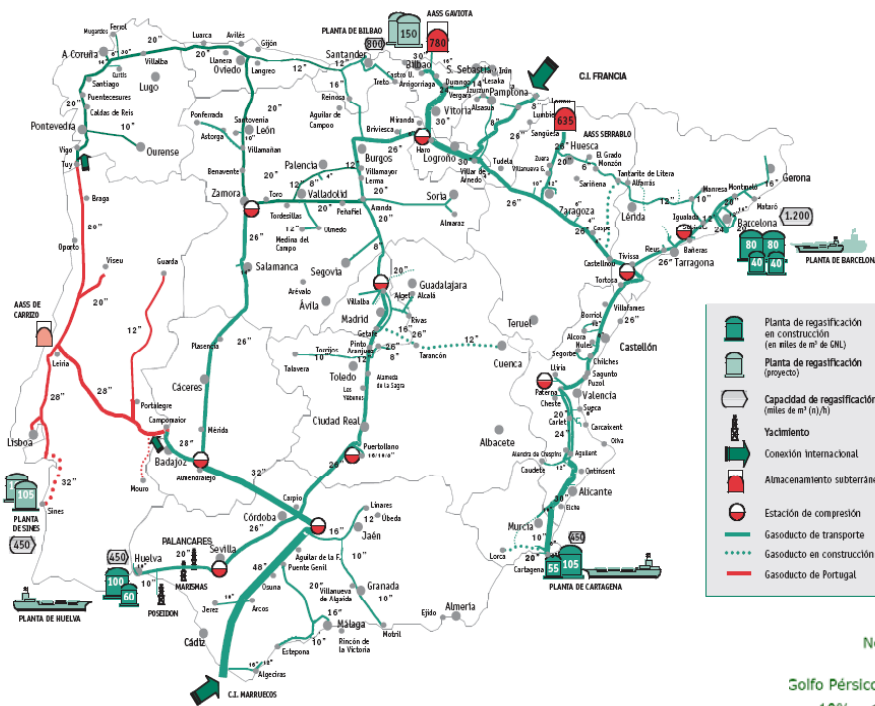
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Ziklo konbinatuak



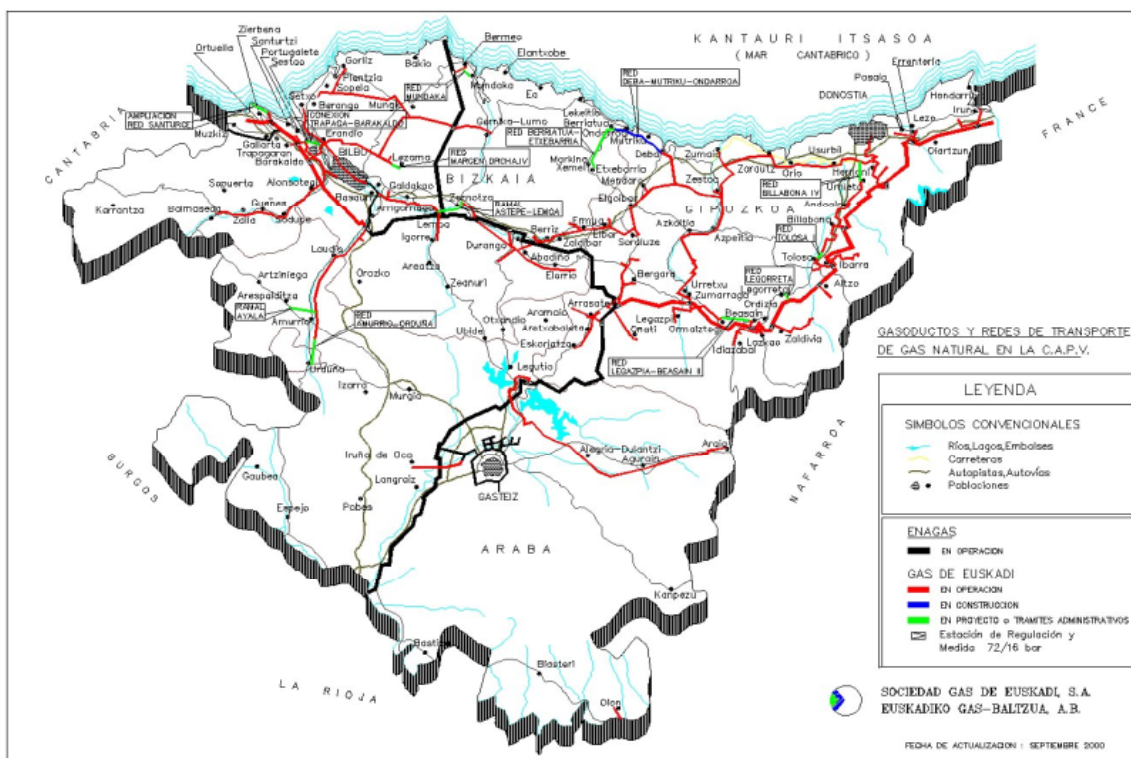
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Ziklo konbinatuak



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Ziklo konbinatuak



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Ziklo konbinatuak



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Ziklo konbinatuak

- Ziklo konbinatuko zentral termikoen operazioa sistema elektrikoan:
 - Oinarriko zentralak
 - Potentziaren erregulazioa (erregulazio tertziarioko merkatua)

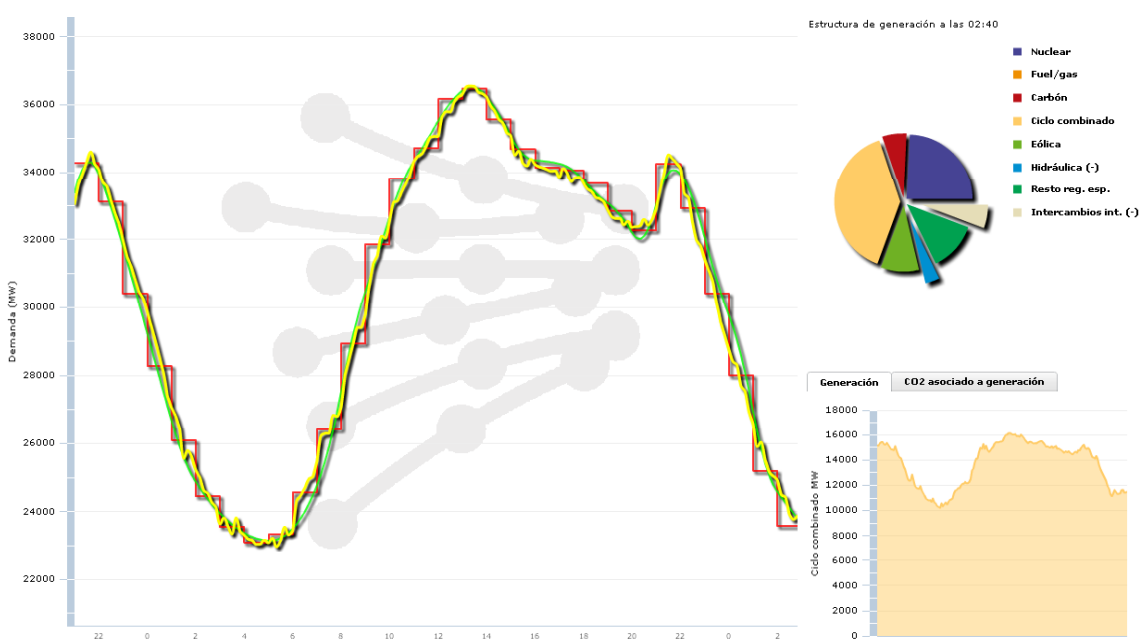
	Potencia MW	Producción GWh	Horas func. s/Disponible(1)	Coeficientes utilización (%)		Indisponibilidad(%)		Disponibilidad %
				En horas de acoplamiento(2)	Revisión periódica	Averías		
Total	25.269	50.734	3.256	25,1	61,7	6,6	2,3	91,1

(1) Es el cociente entre la producción real y la producción disponible o máxima producción que podría alcanzar la central funcionando a la potencia nominal durante las horas en la que está disponible.
 (2) Es el cociente entre la producción real y la producción total que hubiese podido alcanzar la central funcionando a potencia nominal en el conjunto de horas en las que ha estado acoplada (produciendo).

Urtea	Instalatutako potentzia (MW)
2002	2794
2003	4394
2004	8285
2005	12224
2006	15500
2007	20958
2008	21675
2009	23066
2010	25235

Penintsulako sisteman, ziklo konbinatuko zentraletan instalatutako potentziaren bilakaera

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Ziklo konbinatuak



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza nuklearra

Zentral termiko nuklearrak fisio-erreakzioan oinarritzen dira.

Fisio-erreakzioa: neutroiek nukleo astuna jotzean, hau bi zatitan banatzen da, eta neutroiak eta energia kantitate handia askatzen ditu.



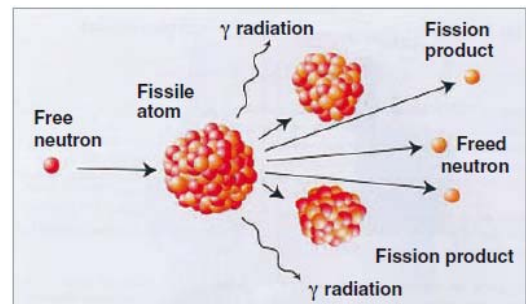
Askaturiko energia hainbat eratan emana dago:

- Fisioaren ondorioz sorturiko zatien energia zinetikoa. Erregaiari bero moduan ematen zaio.
 - β partikulen energia. Zorro metalikoari ematen zaio, bero moduan.
 - Neutroi azkarren energia
 - γ erradiazioa
- } Hozgarriari ematen zaio, bero moduan.

Askaturiko neutroiak beste nukleoetan eragiten dute kate-erreakzioa sortuz \rightarrow Beharrezkoa da neutroi-askapena kontrolatzea.

1000 MW-eko zentral baten kontsumoa

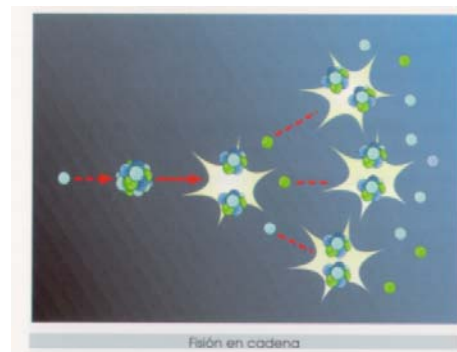
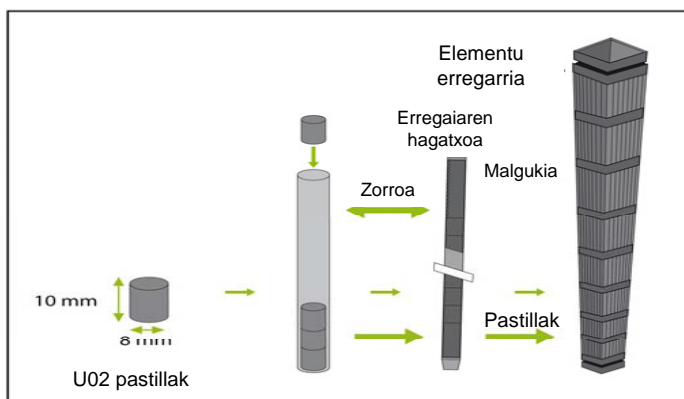
ERREGAIA	IKATZA	FUELOILA	NUKLEARRA
Batez besteko kontsumoa (kWh)	380 g	230 g	4,12 mg uranio
Urteko kontsumoa	2,5 milioi tona	1,52 milioi tona	27,2 Tn



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

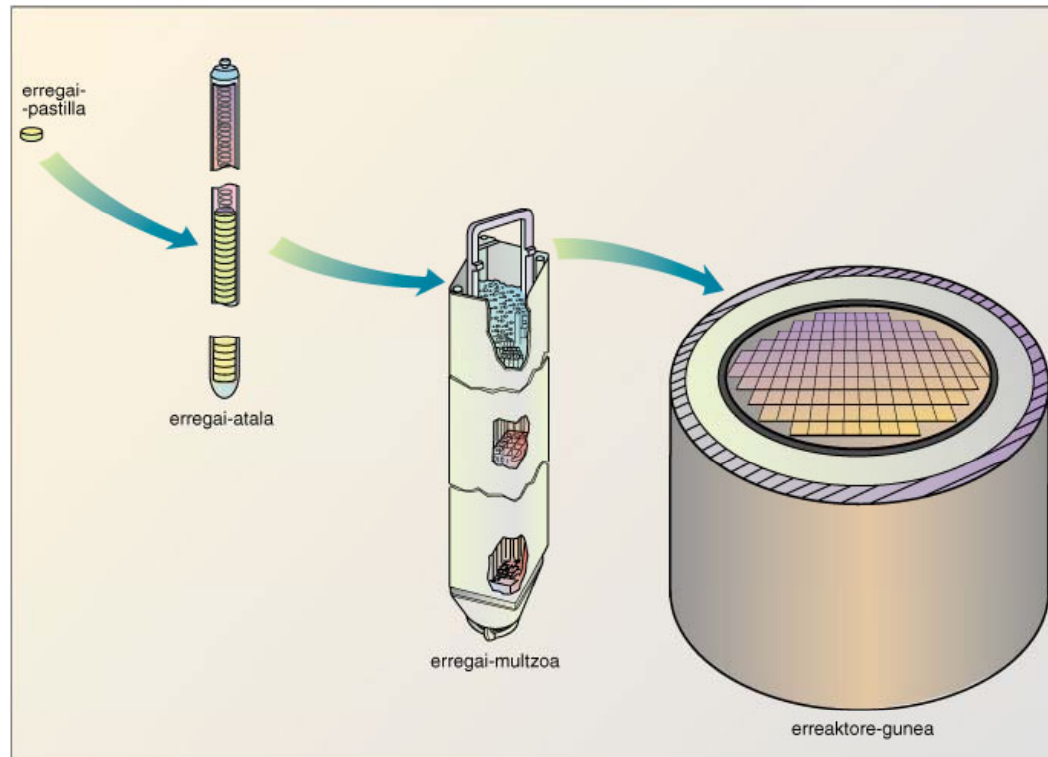
Sorkuntza nuklearra

- Neutroiez bonbardaturik izatean, fisioa izateko aukera duten material pisutsuen isotopoak erabiltzen dira.
 - U235, U233, Pu239 \rightarrow Edozein energia-mailako neutroiekin fisionatzen dira. Neutroi geldoentzat ($< 1 \text{ eV}$) dute sekzio eraginkor handiena ($\sim 600 \text{ barn}$). Naturan U235 bakarrik dago (pisuaren % 0,7).
 - U238, Th 232 \rightarrow Naturan aurki daitezke (U238 uranio naturalean: pisuaren % 99,3). Bakarrik goi-energiako neutroiak jotzean fisionatzen dira ($> 1 \text{ MeV}$) eta sekzio eraginkor txikia dute ($\sim 1 \text{ barn}$). Material emankor deritze, neutroiak harrapatu eta nukleo fisionagarriak sor ditzaketelako (Pu239 eta U233).



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza nuklearra



erregai nuklearraren antolamendua

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

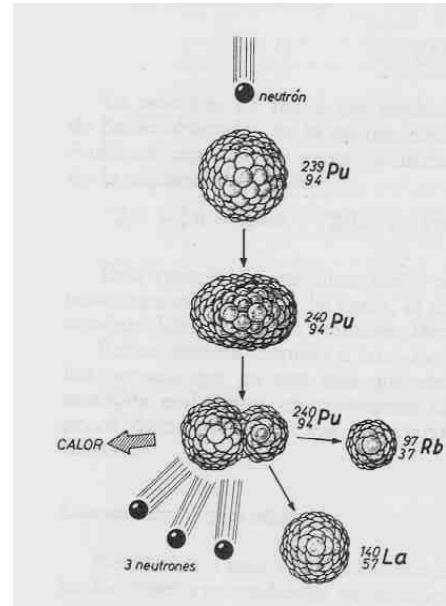
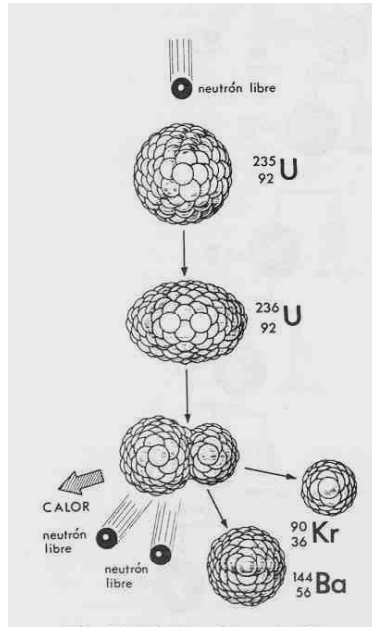
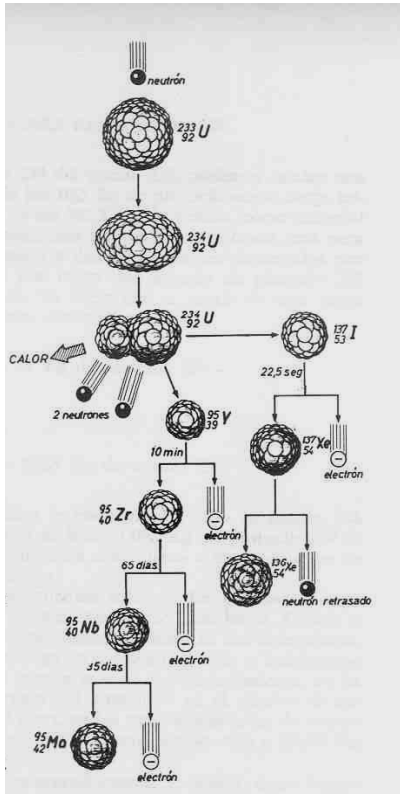
Sorkuntza nuklearra

	Erregaia	Moderatzailea	Hozgarria	Erregai-zorroa
PWR	Uranio oxido aberastua (UO_2)	Ura (arrunta)	Ura (arrunta)	Zircaloy-a (zirkonio-aleazioa)
BWR	Uranio oxido aberastua (UO_2)	Ura (arrunta)	Ura (arrunta)	Zircaloy-a
CANDU	Uranio oxido naturala (UO_2)	Ur astuna	Ur astuna	Zircaloy-a
Magnox	Uranio naturala	Grafitoa	Karbono dioxidoa	Magnox (magnesio-aleazioa)
AGR	Uranio oxido aberastua (UO_2)	Grafitoa	Karbono dioxidoa	Altzairu herdoilgaitza
HTGR	Uranio karburo aberastua (UC_2) eta torio karburoa (ThC_2)	Grafitoa	Helioa	Grafitoa
RBMK	Uranio oxido aberastua (UO_2)	Grafitoa	Ura (arrunta)	Zirkonio-niobioa
LMFBR	Plutonio-oxidoa eta uranio oxido naturala	—	Metal (sodio) likidoa	Altzairu herdoilgaitza

gaur egungo potentzia-erreaktore motak

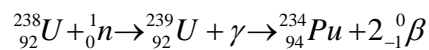
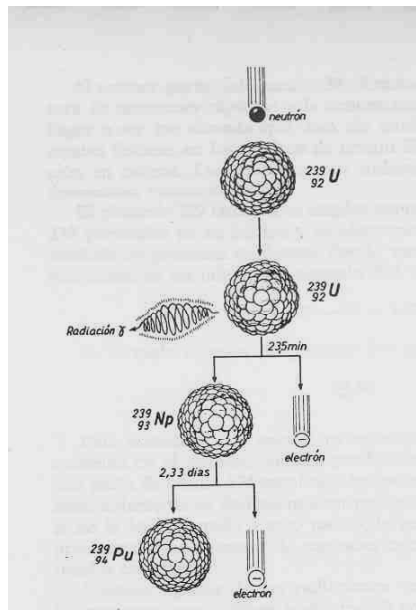
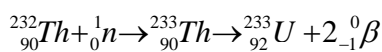
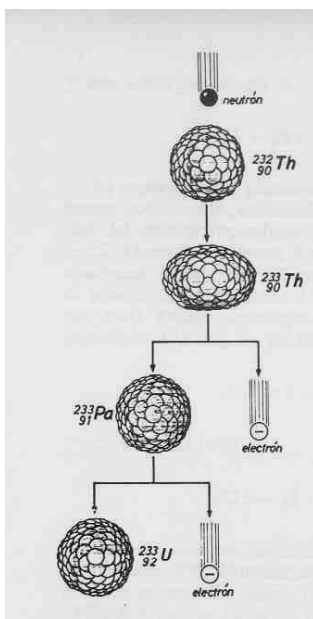
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Sorkuntza nuklearra

- Fisio-erreakzioak:



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Sorkuntza nuklearra

- Harrapaketa-erreakzioak material emankorretan:



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza nuklearra

Erreaktore nuklearra: fisiozko kate-erreakzioak abiarazi, mantendu eta kontrola ditzakeen instalazioa, sorturiko beroa ateratzeko bitartekoak dituena.

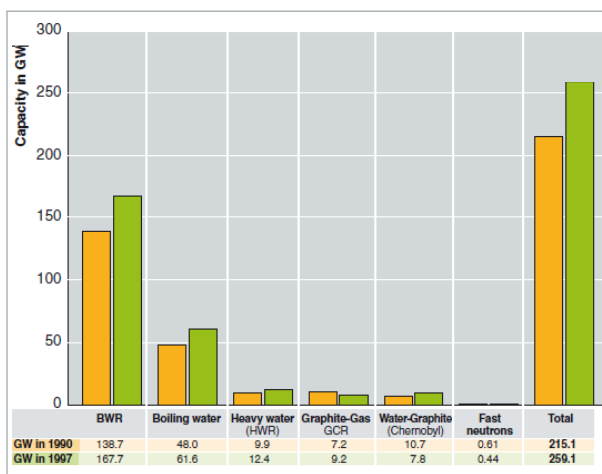
Erreaktore nuklearraren osagaiak:

- **Erregaia.** Fisioa izan dezaketen nukleoak dituen materiala. Beroa sortzeko iturria da beraz.
- **Moderatzailea.** Fisioan askatzen diren neutroi lasterrak neutroi geldo edo termiko bihurtzen ditu. Horrela, kate-erreakzioa gertatu ahal izango da. Erabilienak ur arrunta (H_2O), ur astuna (D_2O), grafitoa eta berilioa dira.
- **Hozgarria.** Fisioan askatzen den bero-energia xurgatzen duen gaia da. Bero-ahalmen handikoa, ez korrosiboa eta sekzio eraginkor txikikoa izan beharko da. Hozgarri gisa likidoak (ur arrunta eta ur astuna), gasak (helioa eta karbono dioxidoa) eta metalak (Na, K, Ga y Pb) erabiltzen dira.
- **Kontrol-barrak.** Fisio-erreakzioaren abiadura kontrolatzeko sistema. Neutroiak ondo xurgatzen dituzten materialez eginak dira (boro, kadmio). Erreaktorearen gunean sartu eta irteteko mekanismoen bidez, erreakzioa bizkortu, moteldu edo erabat gelditzeko aukera ematen dute. Neutroiak xurgatzeko sekzio eraginkor handia duten metalez edo haien aleazioz eginak daude (B, Cd, Ag, In).
- **Islagailua.** Kate-erreakzioan sorturiko neutroien ihesa saihesten dute, kate-erreaktziorako neutroi gehiago izateko. Ura, ur astuna eta grafitoa erabiltzen dira.
- **Blindajea.** Babes-estaldura (blindaje biologikoa) sartze handiko erradiazioetatik babesteko (γ izpiak eta neutroiak). Hormigoia, ura eta beruna erabiltzen dira.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza nuklearra

- Erreaktore motak, neutroien energia zinetikoaren arabera:
 - Erreaktore termikoak: fisioak energia gutxiko neutroiekin agertzen dira, oreka termiko batean; gehienak mota honetakoak dira.
 - Erreaktore lasterrak: neutroi lasterrez fisioatzen duten erregaiak erabiltzen dituzte (U238 eta Th232); ez dute moderatzailearik behar.



Zentral nuklearren kokapena

Munduko zentral nuklearrak, teknologiaren arabera

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Sorkuntza nuklearra

Herraldea	Funtzionatzen ari diren erreaktoreak		Eraikitzen ari diren erreaktoreak		Ekoiztako elektrizitatea	
	Kopurua	Potentzia guztira (MW)	Kopurua	Potentzia guztira (MW)	TWh	% (*)
AEB	107	99.188			629,42	20,14
Alemania	20	22.282			161,40	31,76
Argentina	2	935	1	692	7,45	11,40
Belgika	7	5.712			45,10	60,05
Brasil	1	626	1	1.245	3,16	1,09
Bulgaria	6	3.538			16,44	45,38
Erresuma Batua	35	12.968			89,30	27,45
Errumania	1	650	1	650	5,40	9,67
Errusiar Federazioa	29	19.843	4	3.375	99,68	13,63
Eslovakia	4	1.632	4	1.552	10,80	43,99
Eslovenia	1	632			4,79	39,91
Espainia	9	7.320			53,10	29,34
Finlandia	4	2.455			20,00	30,40
Frantzia	59	62.853	1	1.450	376,00	78,17
Hego Afrika	2	1.842			12,63	6,51
Herbehereak	1	449			2,30	2,77
Hungaria	4	1.729			13,97	39,88
India	10	1.695	4	808	8,72	2,32
Iran			2	2.111		
Japonia	54	43.850	1	796	318,10	35,22
Kanada	16	11.994			77,86	14,16
Kazakhstan	1	70			0,30	0,58
Korea	12	9.770	6	5.120	73,19	34,08
Lituania	2	2.370			10,85	81,47
Mexiko	2	1.308			10,46	6,48
Pakistan	1	125	1	300	0,37	0,65
Suedia	12	10.040			67,00	46,24
Suitza	5	3.079			23,97	40,57
Txekiar Errepublikak	4	1.648	2	1.824	12,49	19,34
Txina	3	2.167	4	3.090	11,35	0,79
Ukraina	16	13.765	4	3.800	74,61	46,84
GUZTIRA	437	351.795	36	26.813	2.276,49	

*herrialdean ekoiztako elektrizitateak zentral nuklearrotan zenbat ekoizti zen adierazten du

instalaturako zentral nuklearren kopurua eta potentzia, herrialdez herrialde
(Iturria: Foro Nuclear de la Industria Española)

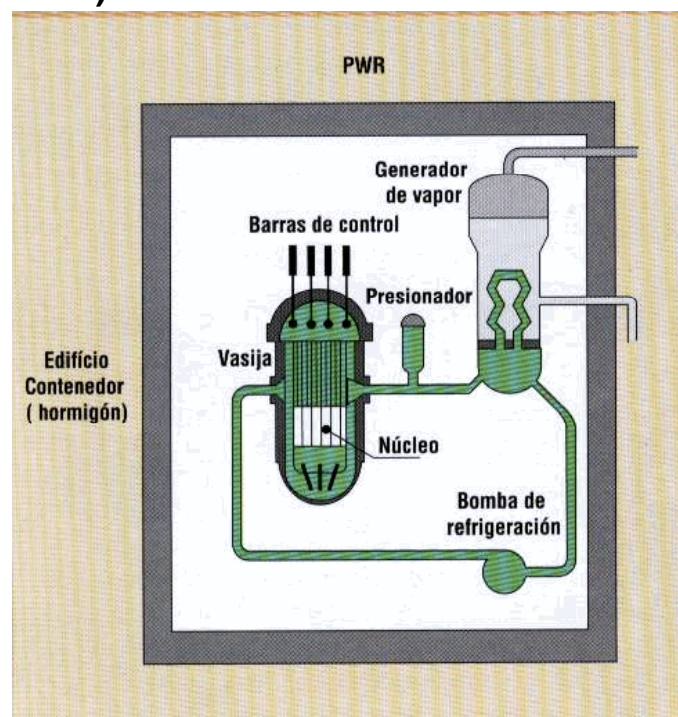
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Sorkuntza nuklearra

PWR (Ur presurizatuko erreaktorea)

Erregaiak: uranio oxido aberastua (UO₂)

Moderatzailea eta hozgarria: ur arrunta

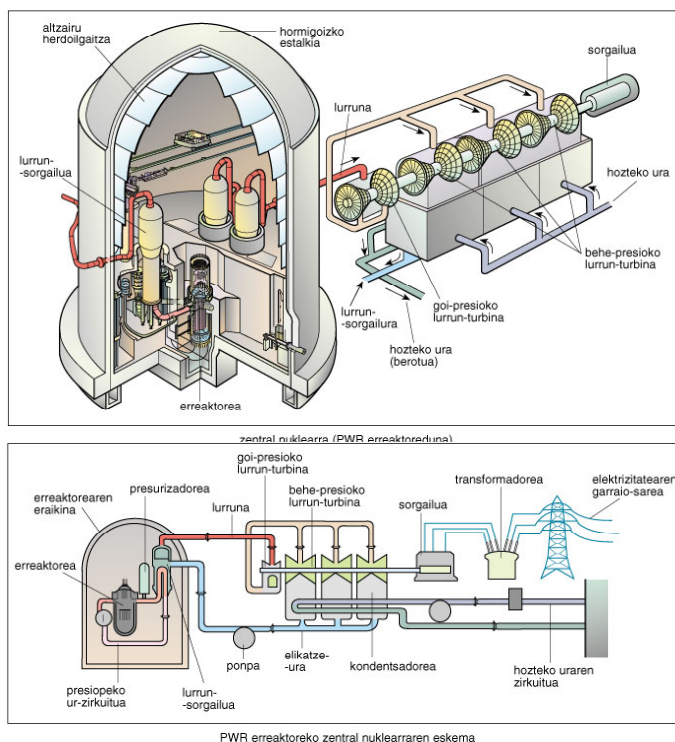
Adibideak: José Cabrera, Trillo, Almaraz, Ascó eta Vandellos II.



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza nuklearra

PWR (ur presurizatuko errektorea)



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

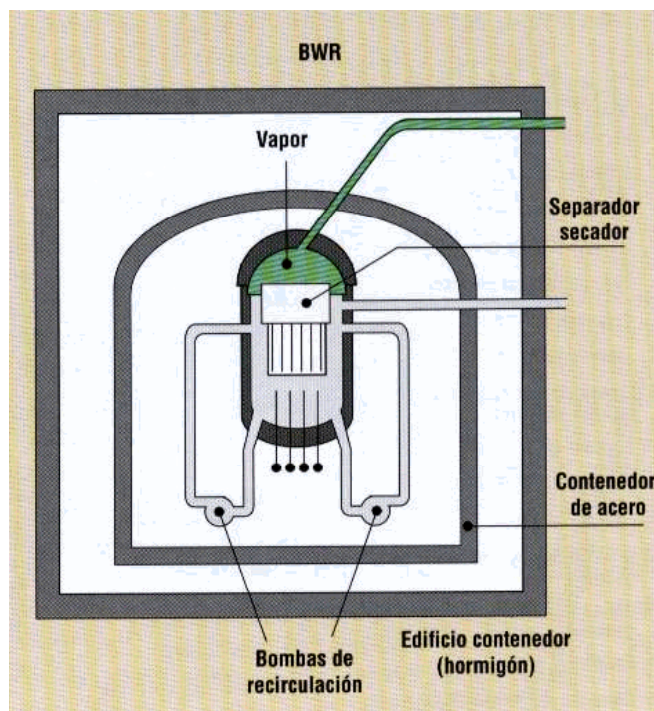
Sorkuntza nuklearra

BWR (ur irakineko errektorea)

Erregai: uranio oxido aberastua (UO_2)

Moderatzailea eta hozgarria: ur arrunta

Adibideak: Santa María de Garoña eta Cofrentes



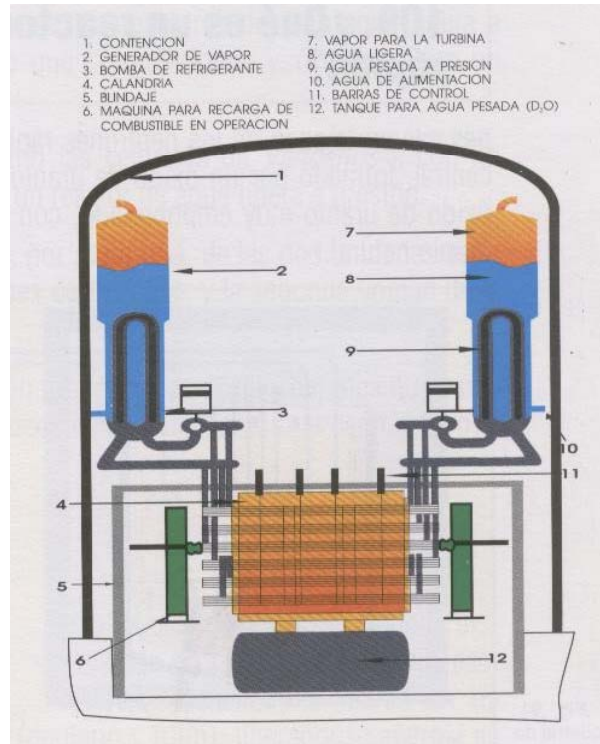
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza nuklearra

PHWR edo CANDU (ur astuneko erreaktorea)

Erregaia: uranio oxido naturala (UO_2)

Moderatzailea eta hozgarria: ur astuna



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza nuklearra

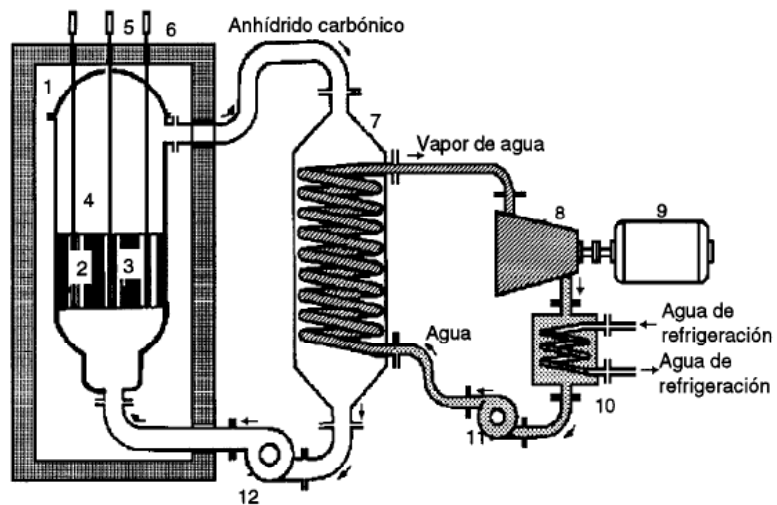
GCR edo Magnox (Gasez hoztutako grafito-erreaktorea)

Erregaia: uranio naturala

Moderatzailea: grafitoa

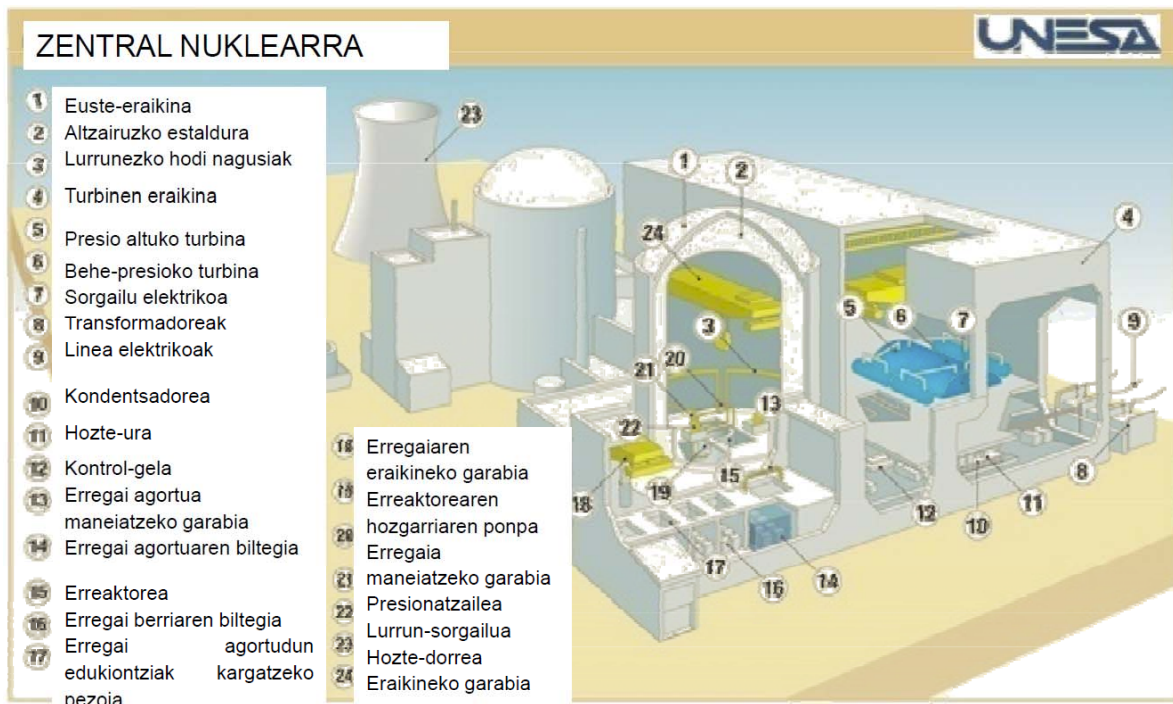
Hozgarria: CO_2

Adibidea: Vandellós I



Reactor de uranio natural, gas y grafito (GCR): 1 = Vasija del reactor; 2 = Combustible (uranio natural); 3 = Moderador (grafito); 4 = Refrigerante (anhídrido carbónico a 7 bar); 5 = Barras de control; 6 = Blindaje biológico; 7 = Cambiador de calor; 8 = Turbina de vapor; 9 = Generador eléctrico; 10 = Condensador; 11 = Bomba centrífuga de recirculación de agua de la turbina; 12 = Impulsor centrífugo del gas refrigerante.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Sorkuntza nuklearra



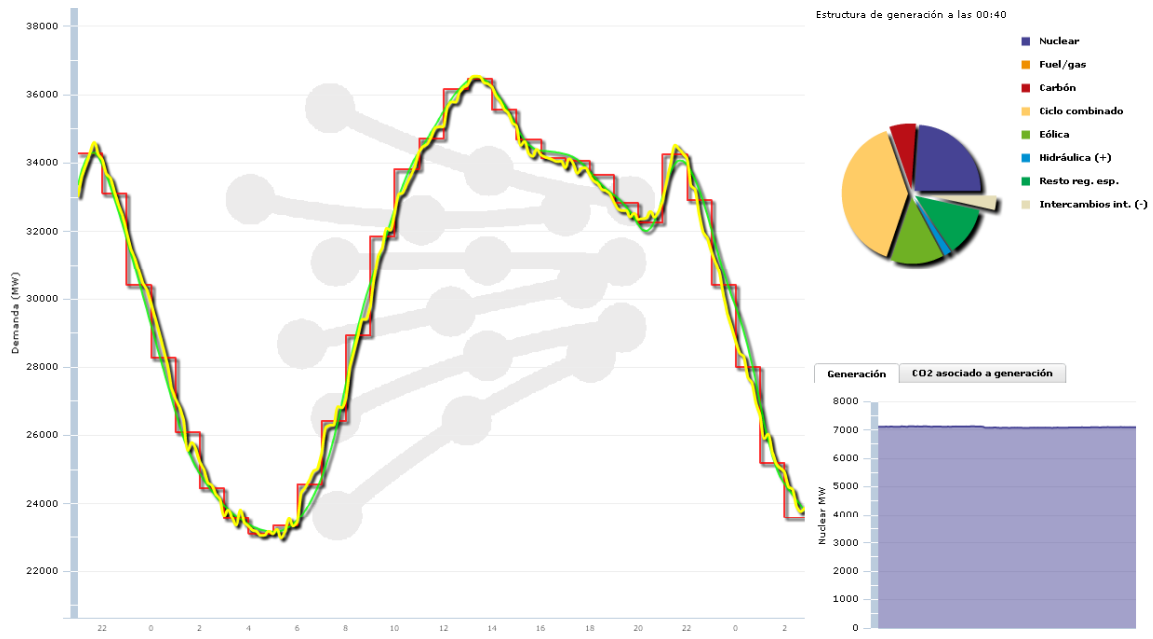
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Sorkuntza nuklearra

- Turbosorgailua: zentral termiko arruntekoen antzeko ezaugarriak
 - Ardatz horizontala
 - Lurrun-turbina: tandem compound
 - Sorgailu elektrikoa: errotore zilindrikoko sinkronoa



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Sorkuntza nuklearra

■ Oinarriko zentral gisa lan egiten dute.



Demanda (MW) a las 03:00 de 21/08/2009 Real = 23673 Prevista = 23649 Emissiones CO2 (t/h) = 6833
© RED ELECTRICA DE ESPAÑA - www.ree.es • Todos los derechos reservados

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Sorkuntza nuklearra

Baja 4/2006

CENTRAL	SITUACIÓN	TIPO	ORIGEN TECN.	PUESTA EN SERVICIO
José Cabrera	Guadalajara	PWR	EE.UU.	1968
Garaña	Burgos	BWR	EE.UU.	1971
Almaraz I	Cáceres	PWR	EE.UU.	1981
Almaraz II	Cáceres	PWR	EE.UU.	1983
Ascó I	Tarragona	PWR	EE.UU.	1983
Ascó II	Tarragona	PWR	EE.UU.	1985
Cofrentes	Valencia	BWR	EE.UU.	1984
Vandellós II	Tarragona	PWR	EE.UU.	1987
Trillo	Guadalajara	PWR	Alemania	1988



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Sorkuntza nuklearra

Utilización y disponibilidad de los grupos nucleares

Grupos	Potencia MW	Producción GWh	Horas func.	Coeficientes utilización (%)		Indisponibilidad (%)		Disponibilidad %
				s/Disponible(1)	En horas de acoplamiento(2)	Revisión periódica	Averías	
Almaraz I	1.035	7.762	7.815	96,0	95,9	10,5	0,3	89,2
Almaraz II	98,3	8.095	7.992	100,0	100,0	6,8	2,1	91,0
Ascó I	1.028	6.988	6.947	98,2	97,8	20,5	0,4	79,0
Ascó II	1.027	7.514	7.559	98,2	96,8	13,4	1,5	85,1
Cofrentes	1.085	7.901	7.570	96,5	96,2	13,4	0,4	86,2
Garroña	466	3.742	8.102	99,3	99,1	7,1	0,6	92,3
Trillo I	1.066	8.383	7.943	98,7	99,0	7,7	1,4	91,0
Vandellós II	1.087	7.347	6.953	96,6	97,2	18,3	1,8	79,9
Total	7.777	57.731	7.569	98,3	98,1	12,7	1,1	86,2

(1) Es el cociente entre la producción real y la producción disponible o máxima producción que podría alcanzar la central funcionando a la potencia nominal durante las horas en la que está disponible.
(2) Es el cociente entre la producción real y la producción total que hubiese podido alcanzar la central funcionando a potencia nominal en el conjunto de horas en las que ha estado acoplada (produciendo).

Zentral nuklearrak oinarri-zentralak dira. la urte osoan, potentzia izendatuan lan egiten dute, modu jarraian.

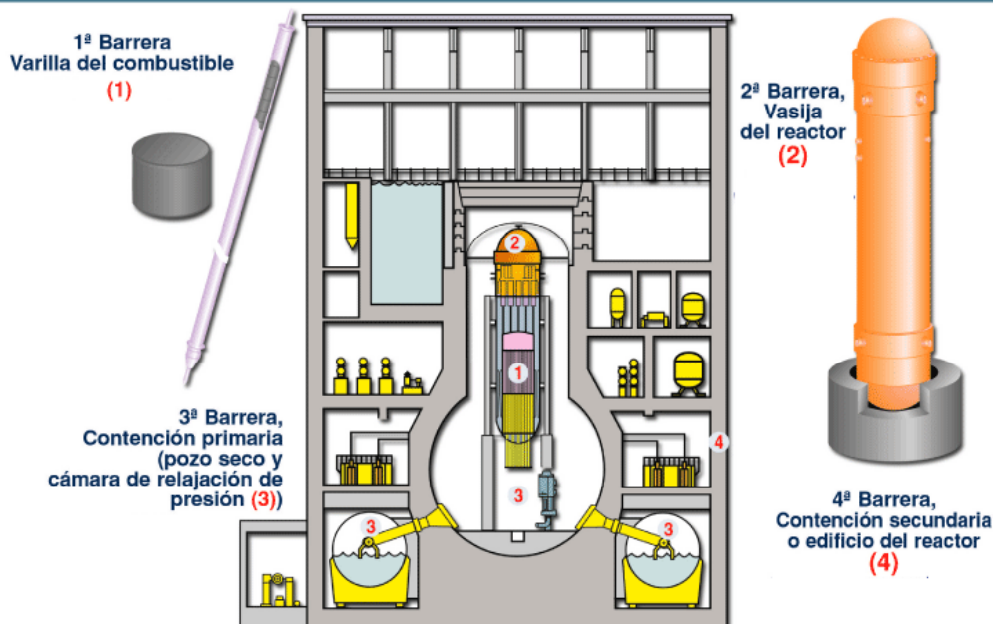
Utilización y disponibilidad de las centrales térmicas (%)

	Utilización (%)		Disponibilidad (%)	
	2010	2011	2010	2011
Nuclear	98,7	98,3	92,1	86,2
Carbón (1)	24,3	45,6	91,2	93,0
Fuel/gas	10,7	0,0	85,6	49,3
Ciclo combinado	31,9	25,1	91,6	91,1
Total térmicas	40,2	41,8	91,3	89,1

(1) A partir del 1 de enero 2011 se incluye CICE (Elcogás) en carbón nacional ya que según el R.D. 134/2010 esta central está obligada a participar, como unidad vendedora que utiliza carbón autóctono como combustible, en el proceso de resolución de restricciones por garantía de suministro.

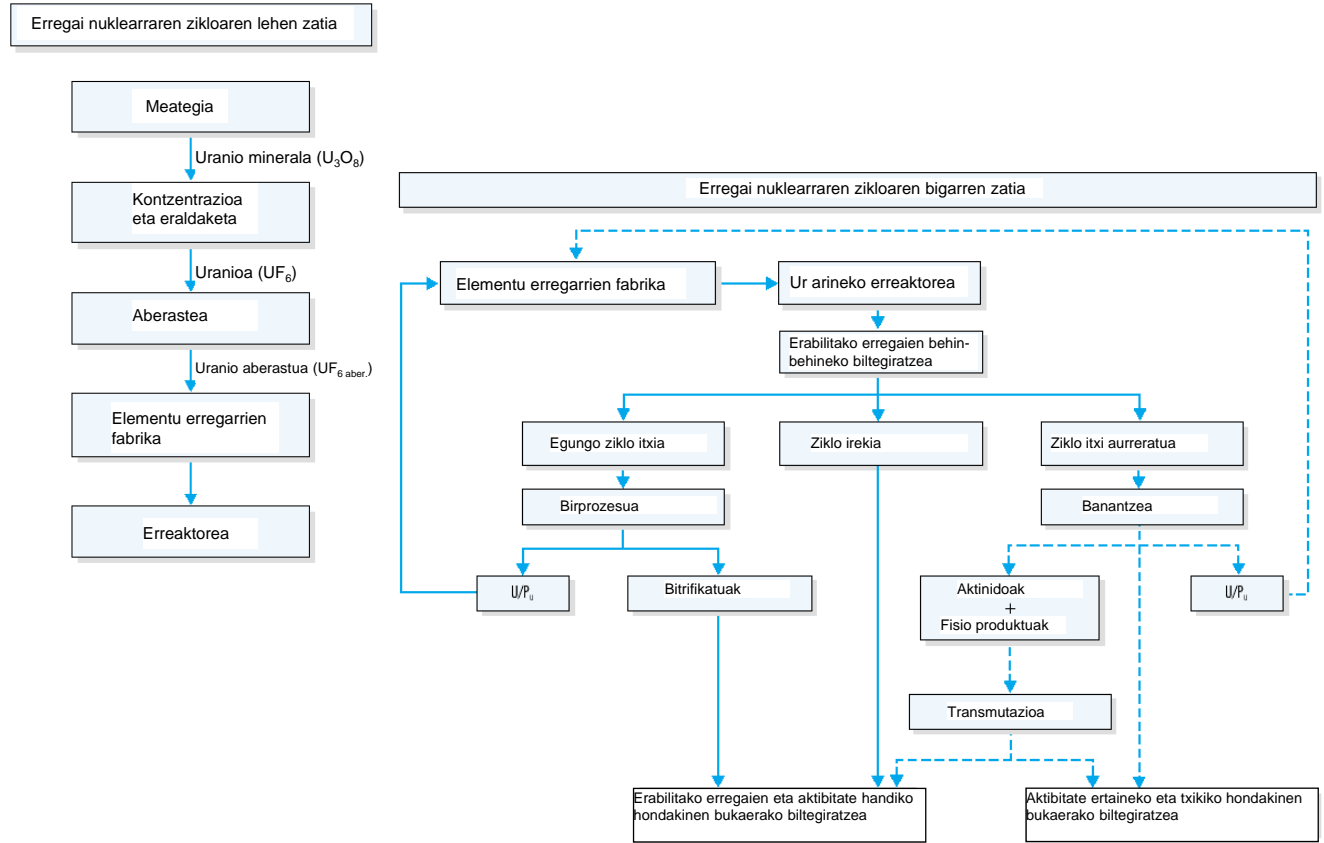
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala Sorkuntza nuklearra

BARRERAS DE CONTENCIÓN / CONTAINMENT BARRIERS



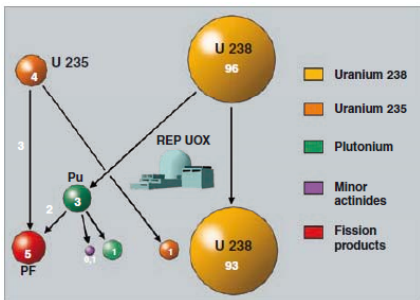
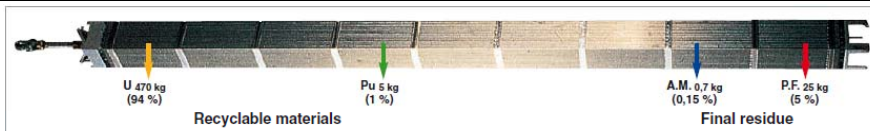
3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza nuklearra

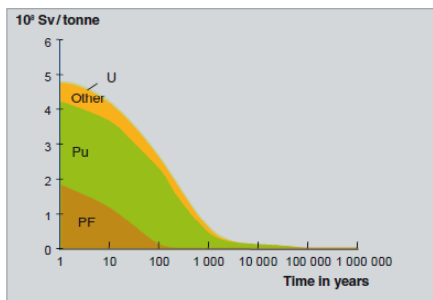


3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

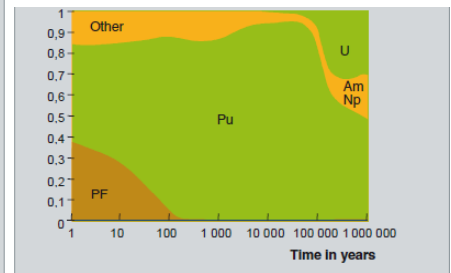
Sorkuntza nuklearra



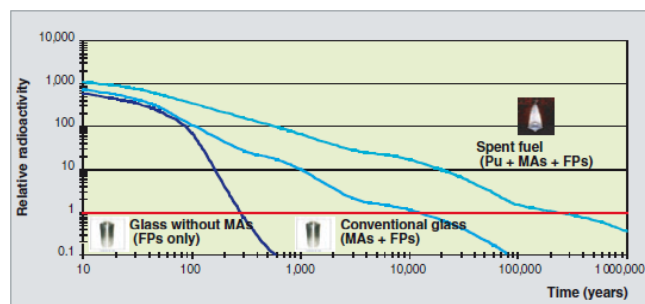
PWR bateko erregai estandarreko barra bateko erreazioak



Erabilitako erregaiaren erradiotoxikotasuna



Erabilitako erregaiaren erradiotoxikotasunarekiko ekarpena

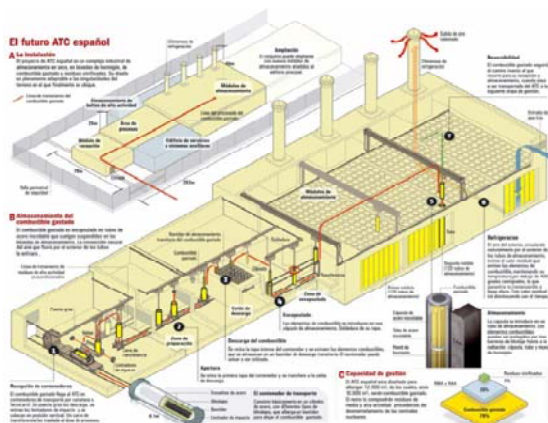


Erradiotoxikotasunaren murrizketa, denboran zehar.

3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza nuklearra

- Aktibitate handiko hondakinak
 - Irradiatutako erregaia (ziklo irekia).
 - Erregaia erreaktoretik ateratzen da eta, denboraldi baterako, urmael batean gordetzen da. Urmael hori zentralean bertan dago, eta hormigoiz egina dagoen altzairu erdoilgaitzeko hormak ditu.
- ATC (Almacen Temporal Centralizado)
 - Toki bakar batean zentral nuklearretan erabilitako erregaia eta aktibitate handiko hondakinak gordetzeko diseinaturiko instalazioa da (guztira bilduko duen materiala: 12.816 m³).
 - 60 urterako baimena (100 urterako diseinatua).



3. gaia. Sorkuntza konbentzionala

Sorkuntza nuklearra

- Aktibitate ertaineko eta txikiko hondakinak
 - Zentralaren operazio- eta mantentze-lanetan kutsaturiko jantziak eta tresnak.
 - Hondakinak altzairu-bidoietan solidotzen dira, zementua, hormigoia eta abar erabiliz.
- Aktibitate txikiko eta ertaineko hondakinak El Cabrileko (Cordoba) Biltegitratze Gunera eramaten dira. Gune hori ENRESAk kudeatzen du.
 - Aktibitate txikiko eta ertaineko hondakin-bidoiak hormigoi-kontainerretan sartzen dira, eta ez mugitzeko zementua sartzen da. Kontainerrak hormigoi armatuko geletan sartzen dira (320 kontainer) eta, horiek baterik daudenean, hormigoi armatuko harlauzaz ixten dira. Gela guztiak betetzen direnean (2020), drainatze-materialeko geruzak eta material iragazgaitzeko geruzak ipiniko dira gainean, euri-urak iritsi ez daitezzen. Orduan hasiko da gunearen zaintza eta kontrol fasea 300 urtean zehar.



ENERGIA ELEKTRIKOAREN SORKUNTZA

4. GAIA. ENERGIA BERRIZTAGARRIAK ETA BATERAKO SORKUNTZA

- 4.1 Sarrera
- 4.2 Minizentral hidroelektrikoak
- 4.3 Energia eolikoa
- 4.4 Eguzki-energia
- 4.5 Biomasa
- 4.6 Energia geotermikoa
- 4.7 Marea eta olatuen energia
- 4.8 Baterako sorkuntza
- 4.9 Erregimen berezia

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Sarrera

• Instalazio hauek ez dute sorkuntza zentral handien tratamendu berdina:

- Baliabide berriztagarriak edo errendimendu handiarekin erabilitako baliabide ez-berriztagarriak erabiltzen dituzte.
- Instalaturiko potentzia txikiagoa da (kW gutxi batzuetatik MW hamarreko batzuetara).
- Batzuen sistema elektrikoa (sorgailua + sarerako interkonexioa) desberdina da.
- Sistema elektrikoaren barnean, gehienetan banaketa-sarean kokatzen dira.
- Gehienetan, sortzen duten energia ez da salneurrian lehiakorra zentral handietan sorturikoarekin (ez dago eskala-ekonomia).
- Ingurumenaren gaineko abantailak direla-eta ordaintzen zaiena (sorturiko energiaren balioespena) ez da zentral handien berdina (merkatuaren arabera).
- Instalazio gehienak ez dira potentzia-iturri (beren erabilgarritasuna ez dago ziurtaturik).

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Sarrera

• Gas-isurtze txikiagoa

	Cultivos Tecnol. Actual	Cultivos Tecnol. Futura	Gran Hidráulica	Mini Hidráulica	Solar Fotovoltaica	Solar Termoeléctrica	Eólica	Geotérmica	Carbón (FGD y bajo NOx)	Gas Natural (ciclo combinado)
CO ₂	17 - 27	15 - 18	9	3,6 - 11,6	98 - 167	26 - 38	7 - 9	79	1.026	402
SO ₂	0,07 - 0,16	0,06 - 0,08	0,03	0,009 - 0,024	0,20 - 0,34	0,13 - 0,27	0,02 - 0,09	0,02	1,2	0,2
NO _x	1,1 - 2,5	0,35 - 0,51	0,07	0,003 - 0,006	0,18 - 0,30	0,06 - 0,13	0,02 - 0,06	0,28	1,8	0,3

Isurtzeak (g/kWh) bizitza-zikloan oinarriturik

• Energiaren eraginkortasuna hobetzea

Eraginkortasun termikoa (erregaiaren erabilera)	
Baterako sorkuntza	% 60 ± % 80
Ikatzezko termikoak	% 33 ± % 40
Fuel/gasezko termikoak	% 37
Ziklo konbinatuak	% 56

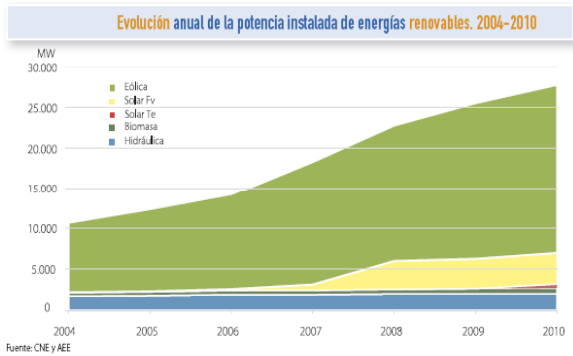
- Energiaren dibertsifikazioa. Autohornikuntzaren eta hornikuntzaren segurtasuna hobetzea.
- Eskualde-garapenari laguntza.
- Energia elektrikoaren galeren murrizketa.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak

• Energia berriztagarriko zentralak dira energia-iturri primario gisa honako hauetakoren bat erabiltzen dutenak:

- Energia hidraulikoa: minizentral hidroeletrikoak (hidroeletriko handiak ez daude barne).
- Energia eolikoa: parke eolikoak.
- Eguzki-energia: eguzki-energia termikoko zentralak eta instalazio fotovoltaikoak.
- Materia organikoaren energia: biomasa-zentralak.
- Energia geotermikoa: zentral geotermikoak.
- Itsasoaren energia: marea- eta olatu-zentralak.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak

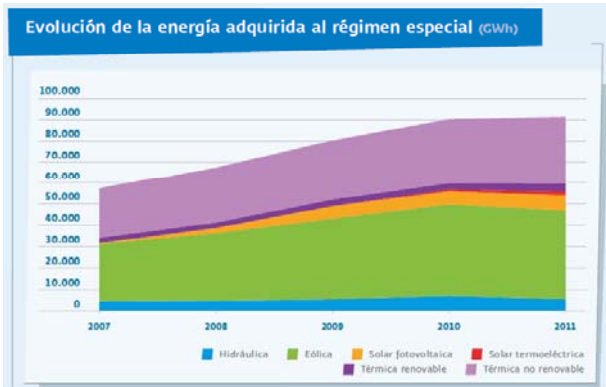


Energia berriztagarriko zentraletan instalaturiko potentzia (MW)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Hidráulica	1489	1559	1636	1767	1869	1913	1979
Eólica	4950	6240	8462	9910	11470	13909	15874
Biomasa	373	416	486	529	569	593	639
Residuos industriales	168	170	170	170	188	188	188
RSU	79	114	213	224	258	258	258
Solar	5	9	17	33	111	467	2984

Energia berriztagarriko zentralak sareari salduriko energia (GWh)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Hidráulica	3771	4942	4596	3652	4001	3965	4416
Eólica	9257	11720	15753	20520	22736	26888	31393
Biomasa	1659	1622	1639	2120	2194	2271	2437
Residuos industriales	814	838	725	783	786	853	771
RSU	352	477	657	1028	966	1296	1163
Solar	5	9	17	39	99	457	2812



Urteko erabiltze-orduak (2008)

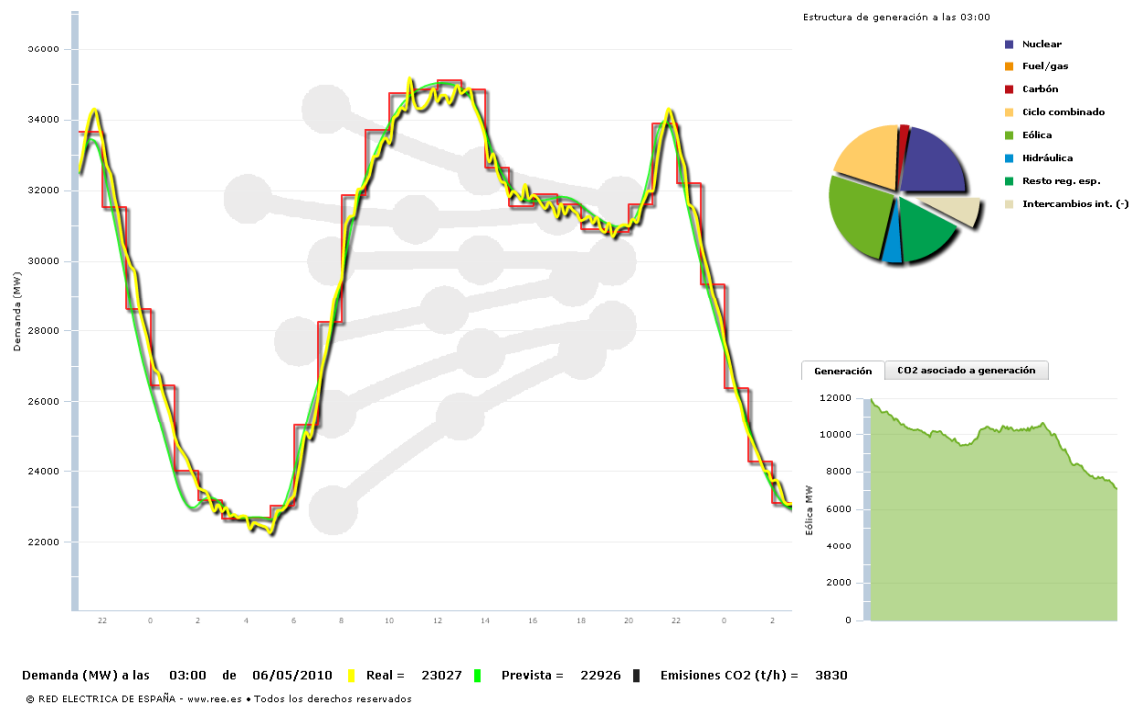
	Horas
Hidráulica	2231
Eólica	1978
Biomasa	3814
Residuos industriales	4101
RSU	4508
Solar	942
Media	1961

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak

- Energia berriztagarriko zentralen operazioa sistema elektrikoan:
 - Sorkuntza eta eskaria desakoplaturik daude.
 - Energia primarioa egotearen araberako ekoizpena. Salneurria onartzen duten zentralak dira (zerora eskaintzen dute).
 - Aldakortasun handia.

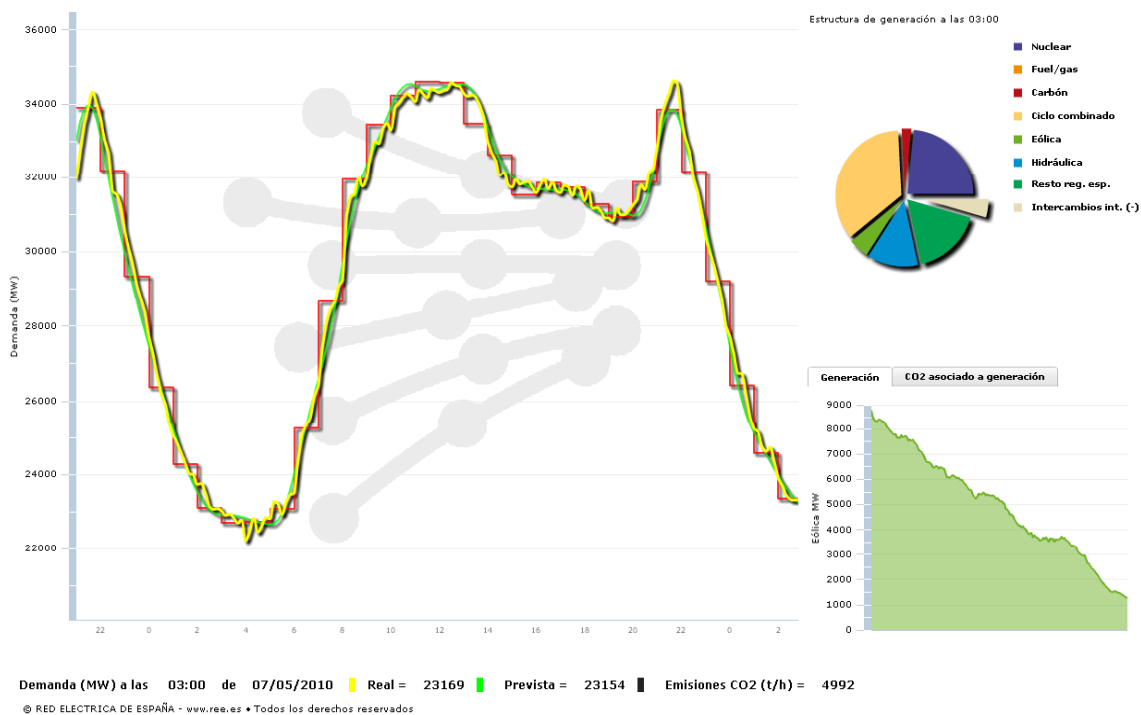
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak

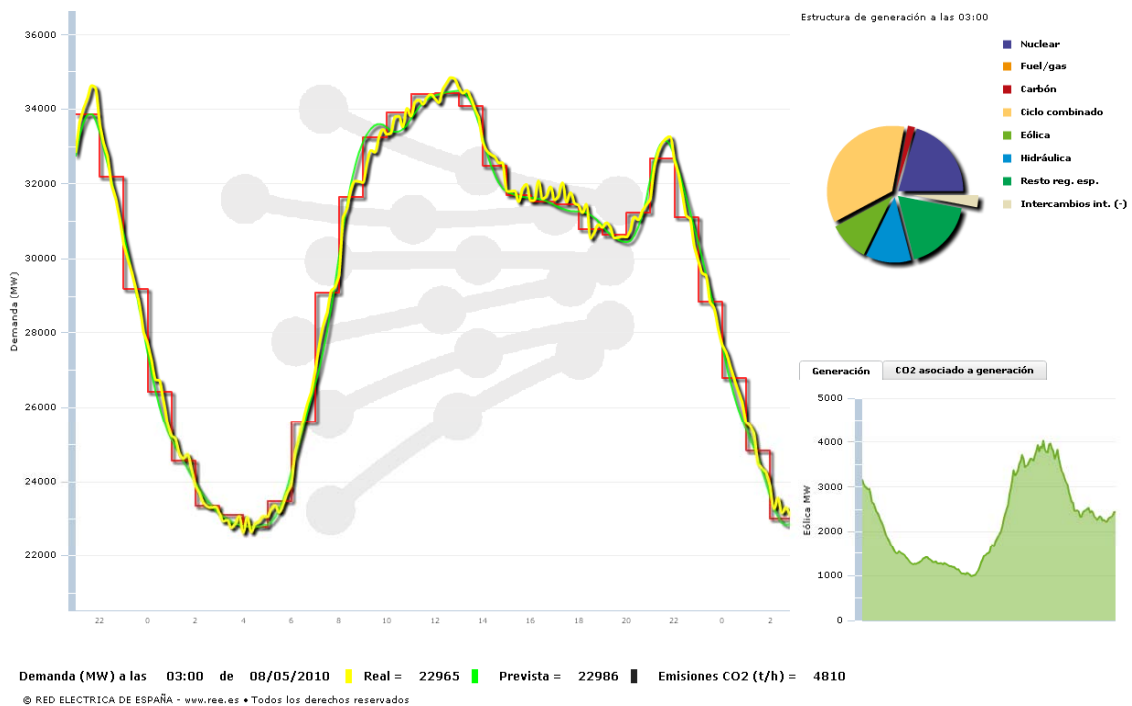


4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak



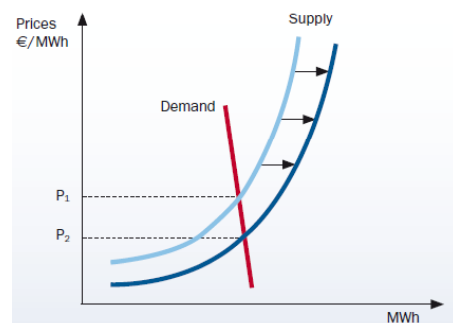
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak

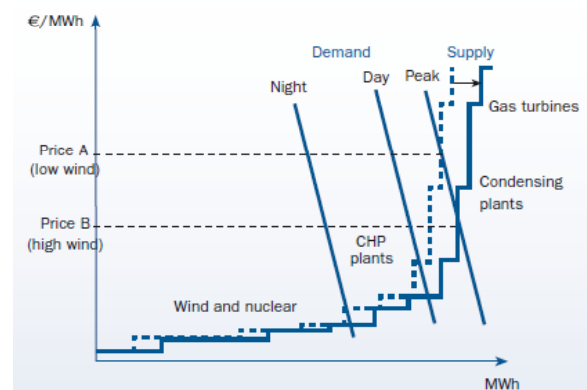
Berriztagarrien eragina merkatu elektrikoan: MOE (Merit Order Effect)

- Prezio txikiko energia-eskaintzak ugaltzeak eskaintza-kurba eskuinera eramaten du ordu horretan.
- Eraitza prezio txikiagoa da ordu horretan.



Merkatura doan energia berriztagarria (batez ere eolikoa), eskaintza-kurbaren beheko aldean sartzen da, 0 prezioan:

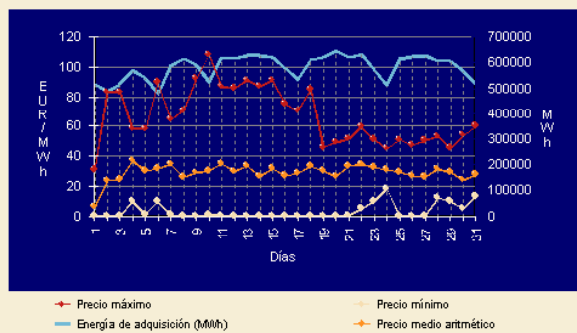
- Eraitza prezio txikiagoa da ordu horretan.
- Eragina hauen araberakoa da:
 - Eguneko ordua.
 - Energia berriztagarriak sorturiko energia-bolumena.



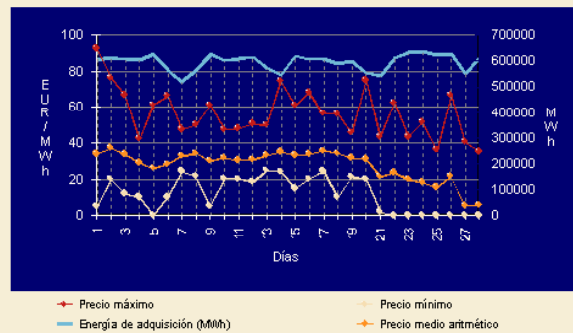
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak

2010: hidraulizitate handia eta haize handiaren efektu konbinatua

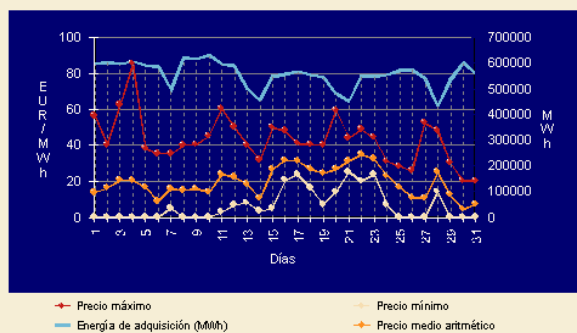
Mínimo, medio y máximo del precio del mercado diario (EUR/MWh) - Enero 2010 - España



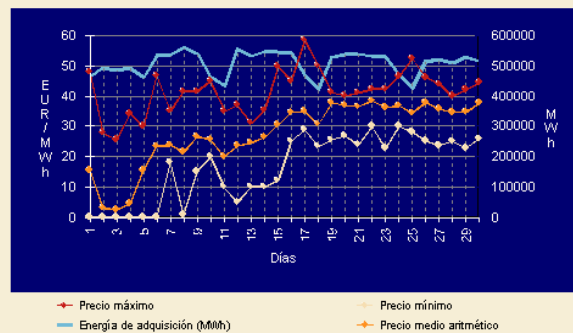
Mínimo, medio y máximo del precio del mercado diario (EUR/MWh) - Febrero 2010 - España



Mínimo, medio y máximo del precio del mercado diario (EUR/MWh) - Marzo 2010 - España

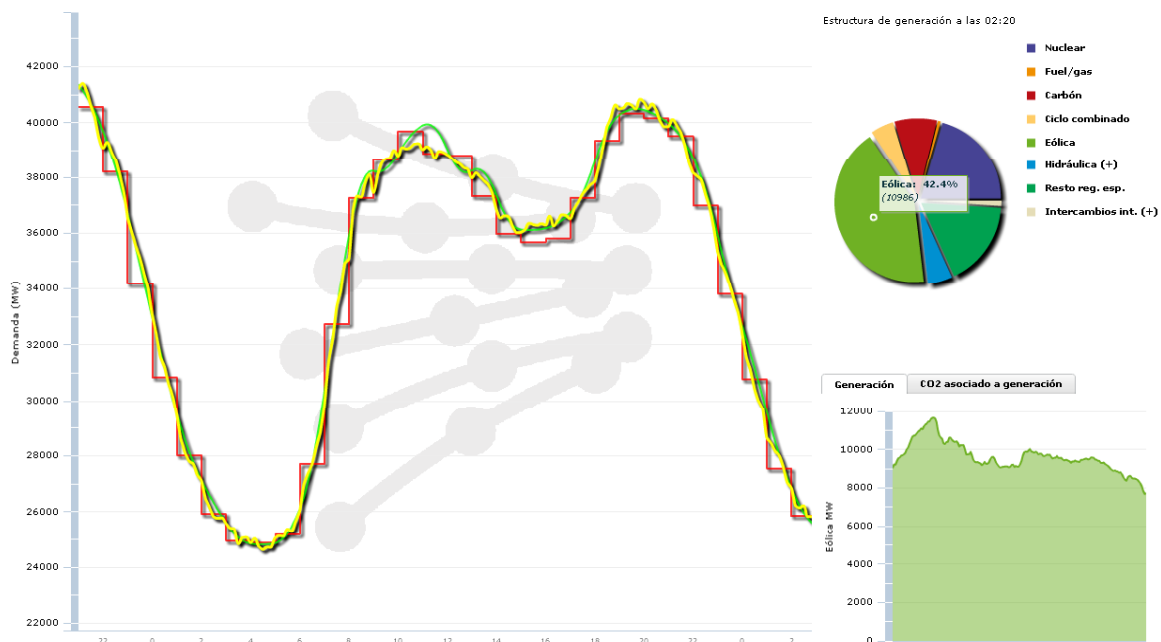


Mínimo, medio y máximo del precio del mercado diario (EUR/MWh) - Abril 2010 - España



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak

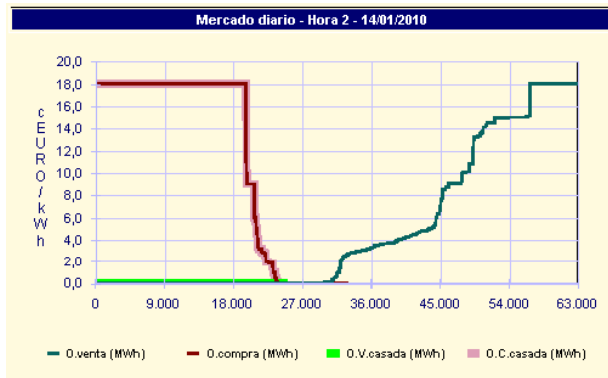
Eskari-kurba eta nola bete den 2010eko urtarrilaren 14an (0 €/MWh 02:00 eta 07:00 artean)



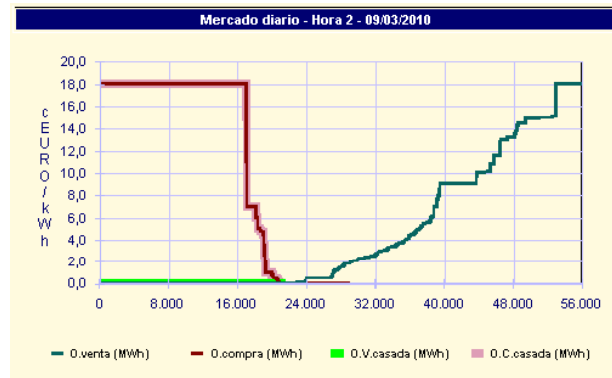
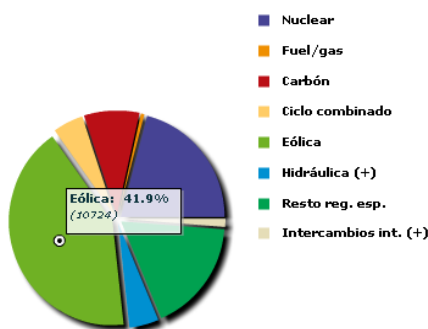
Demanda (MW) a las 03:00 de 15/01/2010 Real = 25597 Prevista = 25488 Emisiones CO2 (t/h) = 4719

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak

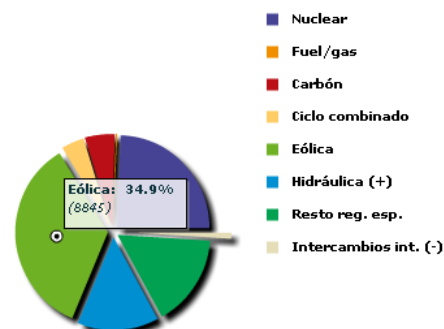
Eguneko merkatuan metaturiko eskaintza- eta eskari-kurbak 2010eko urtarrilaren 14an eta martxoaren 9an, 2. orduan.



Estructura de generación a las 02:30



Estructura de generación a las 02:30



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Minizentral hidroelektrikoak.

- Zentral hidroelektriko handien antzekoak dira, baina instalaturiko potentzia 10 MW baino txikiagoa da.
- Instalatu ziren lehenengo zentralak dira:
 - Oso erabiliak 1960ko hamarkada arte.
 - Suptertzea 1980ko hamarkadan (birgaitzea eta berritzea, instalazio berriak).
- Honako hauek dira desberdintasun handienak:
 - Sorgailu asinkronoak edo sinkronoak erabiltzen dira.
 - Gehienetan ez dago turbinaren eta sorgailuaren akoplamendu zuzenik; biderkatzailea edo beste lozagi mekanikoren bat erabiltzen da.



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

• Haizearen energia erabiltzen dute sorgailu elektriko bati eragiten dion turbina bat mugitzeko.

• Haizeak emandako potentzia: $P = \frac{1}{2} \cdot c_p \cdot \rho \cdot V^3 \cdot A$

Cp: haizetik ateratzen den energia neurtzen du, palaren diseinu eta orientazioarekin aldatzen da, eta 0,45eko balio maximoa hartzen du.

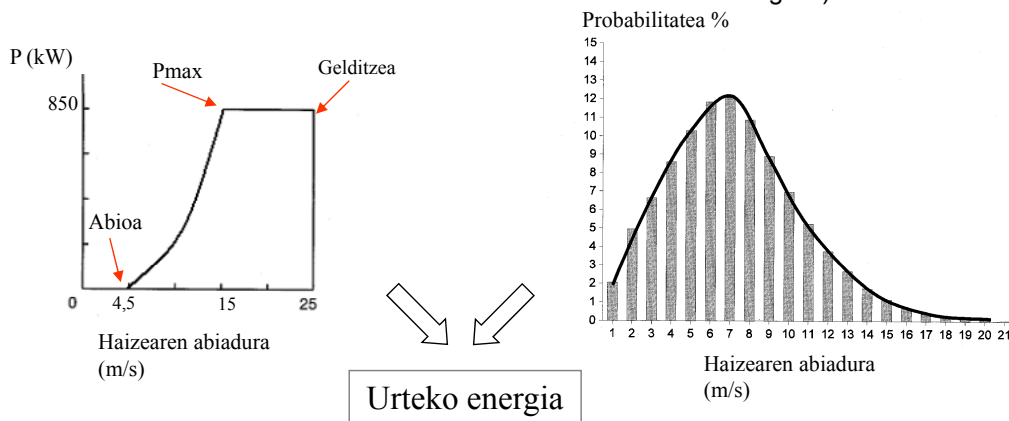
P: potentzia (W)

Cp: potentzia-koefizientea

V: haizearen abiadura (m/s)

A: errotoreak ekoturiko azalera (m²)

ρ: airearen dentsitatea (1,225 kg/m³)



Urteko energia

Oso aldakorra da sareari emandako potentzia elektrikoa.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

• Aerosorgailu baten oinarrizko osagaiak:

• Dorrea: kaxa eta errotorea eusten ditu.

• Altzairuzko tutu-formako egiturak. Arruntanak dira. Bere barnean transformadorea eta interkonexio-gelaxkak daude.

• Altzairuzko sareta-egiturak. Transformadoreak eta gelaxkak oinarriaren ondoko kabina batean daude.

• Kaxa: bertan dago ekipo elektromekanikoa.

• Turbina eolikoa

• Biderkatzailea

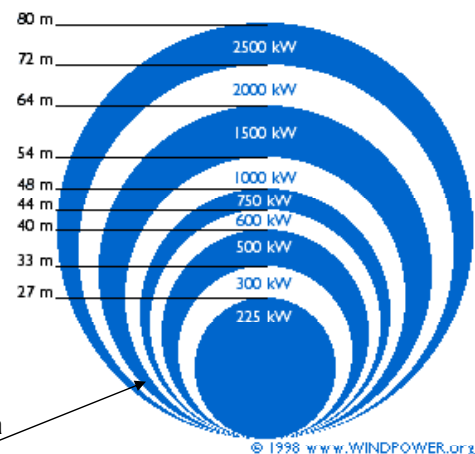
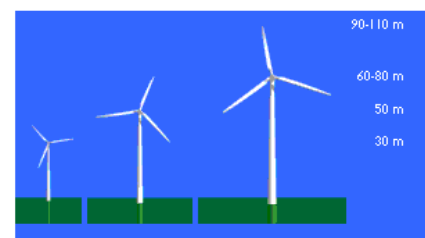
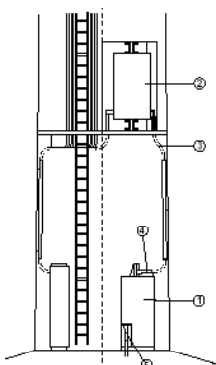
• Sorgailua

• Orientazio eta kontrol-sistema

• Turbina: besoak, abatza eta ardatza

• Diseinu erabiliena: hiru beso haize aldera.

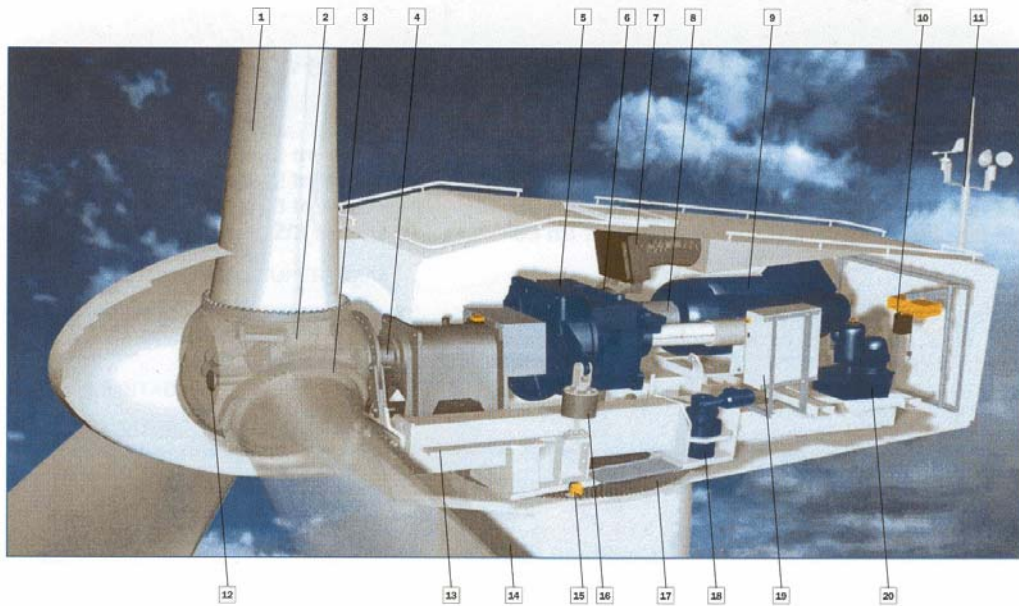
• Besoaren tamainak aerosorgailuaren potentzia zehazten du.



© 1996 www.WINDPOWER.org

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

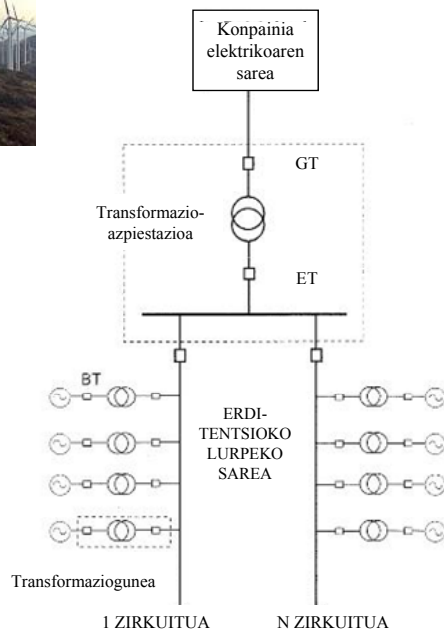
• Kaxako ekipo elektromekanikoa



- | | | | | |
|----------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| 1. Pala | 5. Biderkatzailea | 9. Sorgailua | 13. Bastidorea | 17. Braketa-korua |
| 2. Bujea | 6. Disko-galda | 10. Polipastoa | 14. Dorrea | 18. Biraketa-erreduktorea |
| 3. Pala-errodamendua | 7. Hozteko sistema | 11. Haizorratza-arenometroa | 15. Orientazio kontrola | 19. Kontrol elektrikoaren unitatea |
| 4. Ardatz nagusia | 8. Cardan ardatza | 12. Pitch zilindroa | 16. Motelgailuak | 20. Talde hidraulikoa |

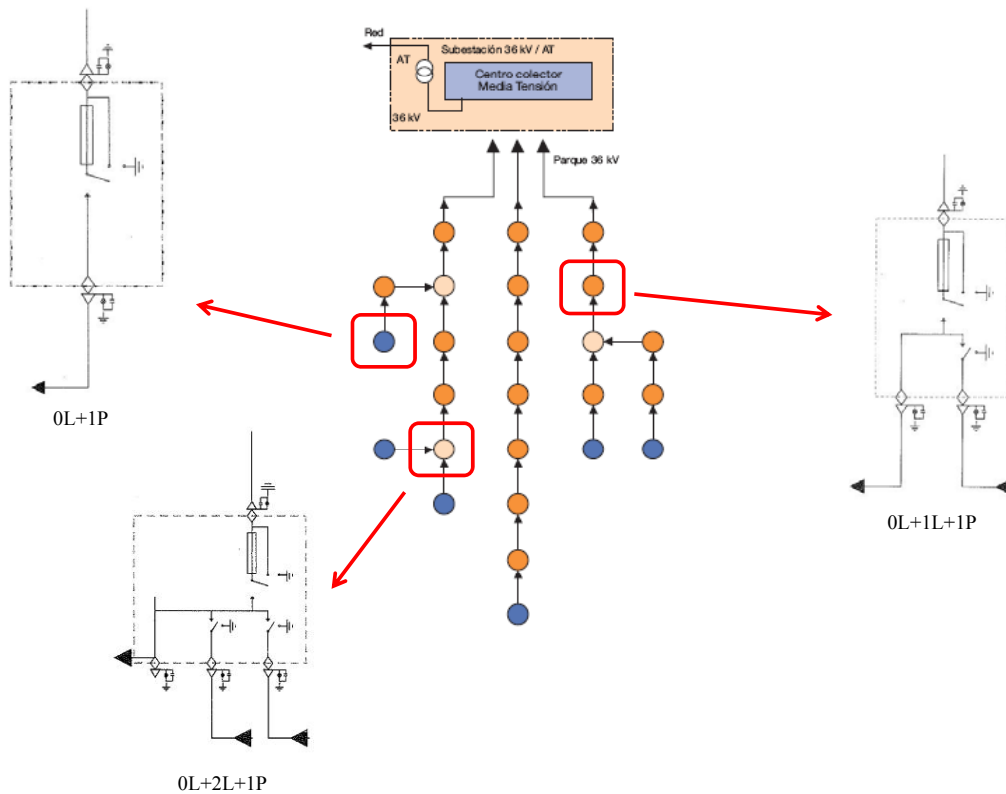
G'47-660 kW sorgailu eolikoa (Gamesa Eólica). Makineriaren egitura.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.



(www.ormazabal.es)

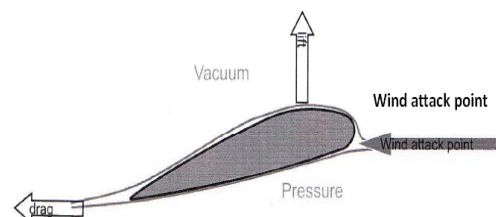
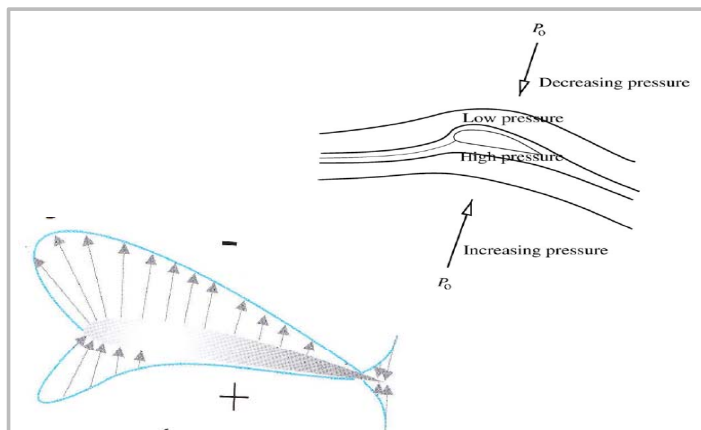
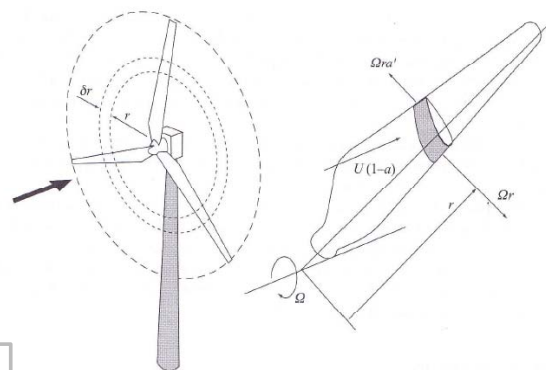
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

Funtzionamendu-printzipioa:

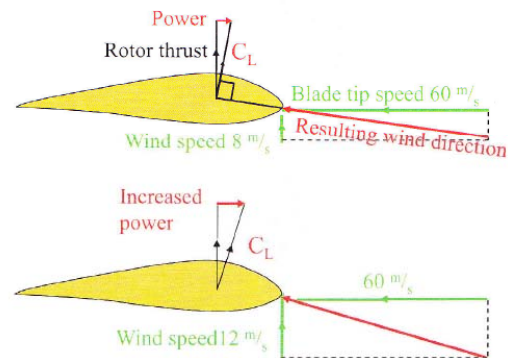
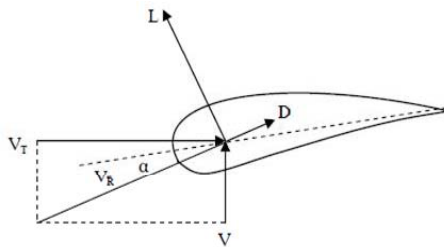
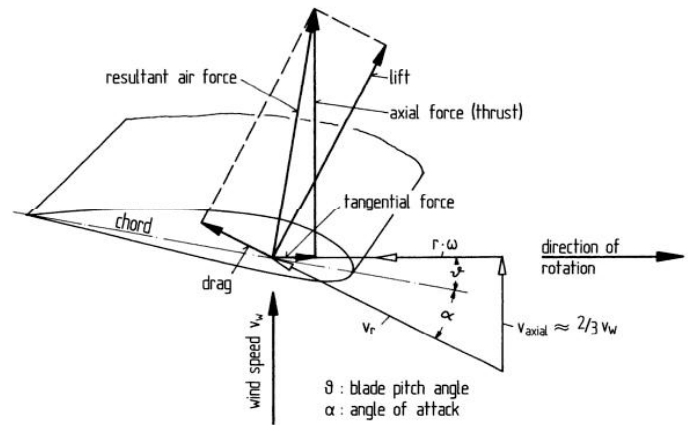
- Egungo aerosorgailuak euste aerodinamikoan oinarritzen dira.
- Euste-indarra eragiten du profilaren bi aldetan fluidoaren zirkulazioak sortzen duen presio-diferentziak.



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

Funtzionamendu-printzipioa:

- Haizeak aerosorgailuaren besoan eragiten duen indarra besoarekiko duen abiadura erlatiboaren araberakoa da (haizearen abiadura eta besoaren biraketa-abiaduraren ondorioz sorturikoaren batuketan).
- Bi indar mota sortzen dira:
 - Euste-indarrak (*lift*), abiadura erlatiboarekiko zuzenak.
 - Arraste-indarrak (*drag*), abiadura erlatiboarekiko paraleloak.



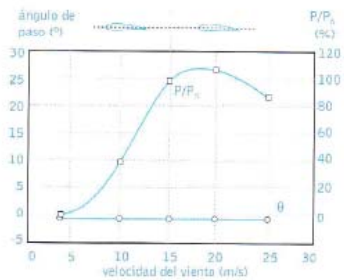
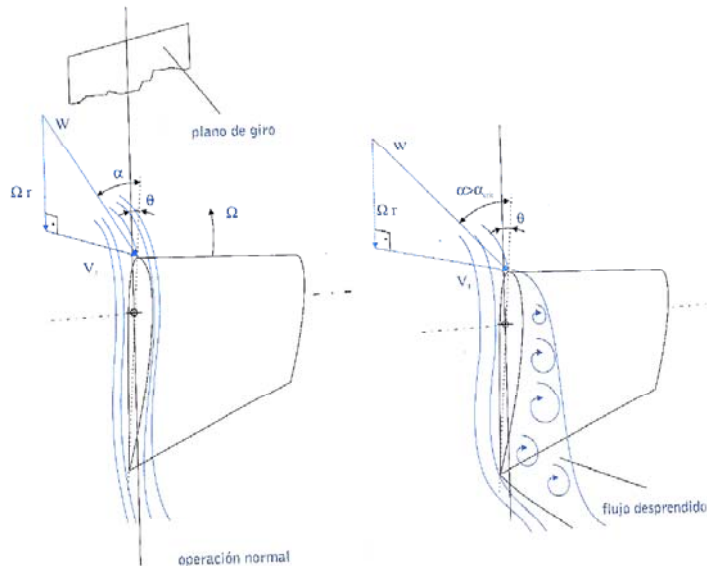
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

- Aerosorgailuaren potentzia-kontrola:
 - Haizearen abiadura handientzat beharrezkoa da aerosorgailuaren kontrola egitea:
 - Sorturiko potentzia sorgailuaren potentzia izendatura mugatzeko.
 - Aerosorgailuaren osagai mekanikoen gaineko kargak mugatzeko.
 - Erabilitako metodoak:
 - Haizearen profilaren gaineko eraso-angeluaren murrizketa:
 - Pitch kontrola
 - Haizearen profilaren gaineko eraso-angelua handitzea, balio jakin batetik gora turbulentsiak sortzeko (euste aerodinamikoaren galera):
 - Euste aerodinamikoaren galera bidezko kontrola (*stall*)
 - Euste aerodinamikoaren galera aktibo bidezko kontrola (*active stall*).

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

- Euste aerodinamikoaren galera bidezko kontrola (*stall*):
 - Besoak finkoak dira.
 - Besoaren diseinu aerodinamikoa dela-eta, haizearen abiadura handiegia denean turbulentsiak eta eustearen galera gertatzen dira.

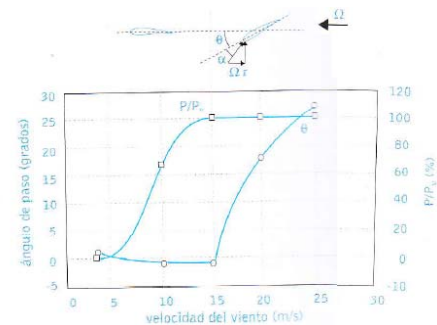
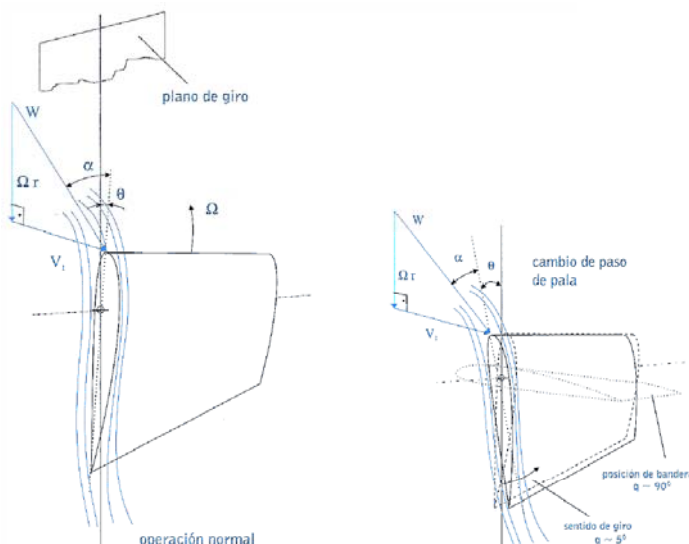


Curva de potencia y ángulo de paso de pala de un aerogenerador con sistema aerodinámico de limitación de potencia pasivo.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

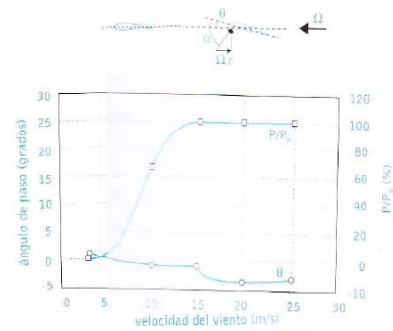
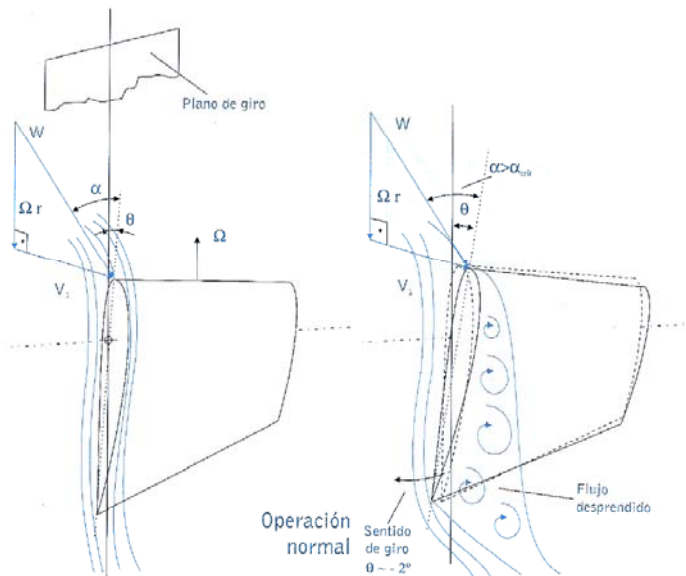
- Pitch kontrola:
 - Besoek beren ardatzarekiko bira dezakete (mekanismo hidraulikoa).
 - Haizearen abiadura txikia: besoak bere gainazal osoa ipiniko du haizearen aurrean.
 - 15 m/s-tik gora besoak haizetik kanpora (haizearen abiadura handiagotzean) edo haizera (haizearen abiadura txikiagotzean) biratzen dira, potentziaren balioa nahi dena izan dadin.
 - 25 m/s-tik gora bandera-posizioan ipintzen dira besoak eta makina gelditu egiten da.



Potencia eléctrica y ángulo de paso de pala en función de la velocidad del viento para una aeroturbina con control de paso de pala.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

- Euste aerodinamikoaren galera bidezko erregulazio aktiboa (*active stall*)
 - Besoek beren ardatzarekiko bira dezakete eta, gainera, eustea galtzeko diseinaturik daude.
 - Potentzia izendatua lortzen denean eta gainkargatu behar denean, besoa haizetik kanpora biratu beharrean (*pitch*) haizera biratzen da, eustea galduz.

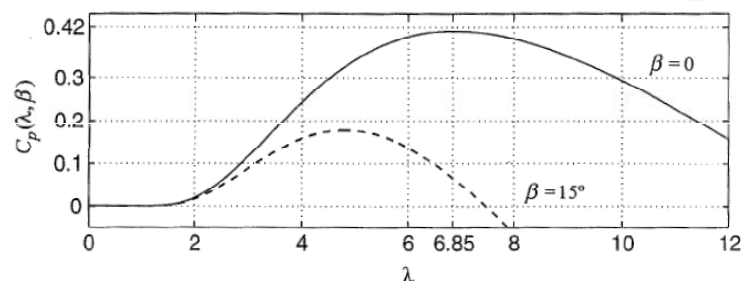


Potencia eléctrica y ángulo de paso de pala en función de la velocidad del viento para una aeroturbina con control por pérdida aerodinámica.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

- C_p (haizetik ateratako potentziaren koefizientea) aerosorgailu jakin batean faktore hauen arabera dago:

- λ : besoaren muturraren abiaduraren eta haizearen abiaduraren arteko erlazioa da.
- Besoen pitch angelua.



- Abiadura aldakorreko aerosorgailuak

- Biraketa-abiadura eta, ondorioz, λ -ren balioa kontrola dezakete, haizetik ateratzen den potentzia optimizatzeko.
- Haizetik ateratzen den potentzia maximoa λ -ren balio jakin batentzat ematen da. Horregatik, haizearen abiadura handiagotzen bada, potentzia maximoa dagokio besoaren muturraren abiadura handiago bati, hots, biraketa-abiadura handiago bati.
- Abiadura aldakorreko kontrola aerosorgailuaren potentzia izendatuaren azpitik egiten da. Potentzia izendatua denean, martxan dago potentziaren kontrola (*pitch*, *stall* edo *active stall*) C_p -ren balioa murrizteko eta sorturiko potentzia mugatzeko.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

• Teknologiak:

- Abiadura finkoa: turbinak abiadura konstantearekin biratzen du.
 - Lehenengo turbina eolikoek teknologia da.
 - Sorgailu asinkronoak erabiltzen ditu.
 - Haizearen bat-bateko aldaketekin arazoak:
 - Esfortzu mekanikoak engranaje-sisteman.
 - Sareari emandako potentziaren kalitatearen jaitsiera.
- Abiadura aldakorra: turbina abiadura aldakorrarekin dabil muga batzuen barnean.
 - Energia-eraginkortasuna hobetzea.
 - Haizearen bat-bateko aldaketak sorturiko perturbazioen indargetzea:
 - Esfortzu mekaniko txikiagoak.
 - Sareari emandako potentziaren kalitatearen hobekuntza (perturbazio gutxiago).
 - Sarearekiko konexioan potentzia-elektronikako osagai bat daukate (maiztasunaren desakoplea lortzen da).
 - Potentzia aktiboa eta erreaktiboaren kontrola banantzea lortzen da.
 - Bi teknologia:
 - Elikadura bikoitzeko indukzio-makina (DFIM).
 - Iman iraunkorreko sorgailu sinkronoa.

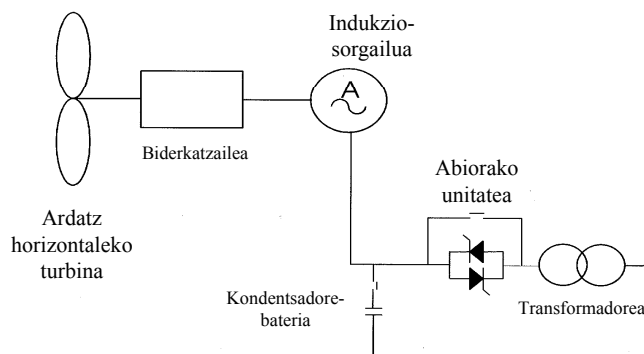
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

• Abiadura finkoko aerosorgailuak:

- Kaiolako indukzio-makina elektrikoa (suplea eta sendoa).

• Turbinaren errotoea eta sorgailuaren errotoea abiadura biderkatzaile baten bidez akoplatzen dira.

• Makinak xurgatzen duen potentzia erreaktiboa dela eta, kondentsadore-bateria bat behar da (potentzia-faktorearen konpensazioa).



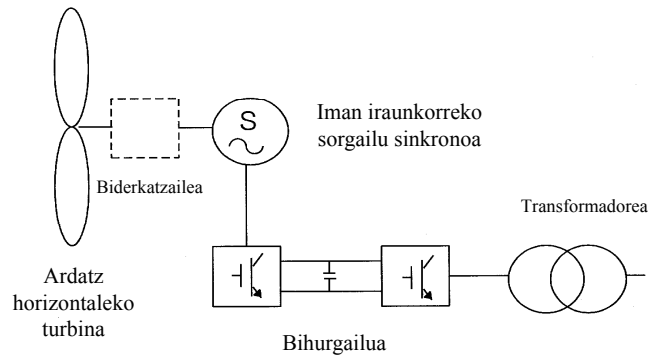
• Abio-unitate bat behar da sarerako konexioan intentsitatea mugatzeko eta biderkatzailearen esfortzu mekanikoak murrizteko.

- Sorkuntza-balio tipikoak: 690 V eta 1.000 edo 1.500 rpm

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

• Abiadura aldakorreko aerosorgailuak sorgailu sinkronoekin:

- Iman iraunkorreko makina sinkronoa.
- Biderkatzailea ken daiteke, turbina eta sorgailua zuzenean akoplatuz.
- Bihurgailuak sorturiko maiztasun aldakorra sareko maiztasun bihurtzen du.



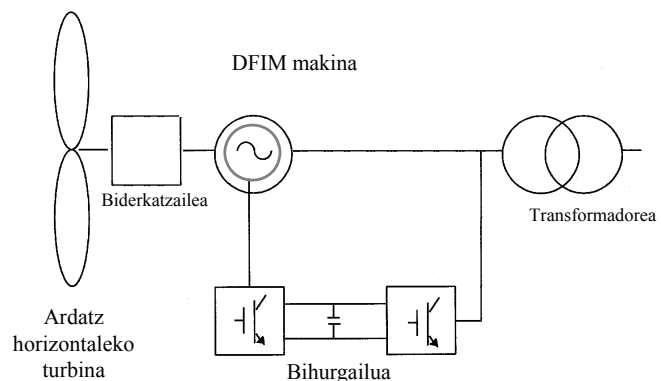
- Bihurgailuaren potentzia makinaren % 100 izan beharko da.
- Sorkuntza-balio tipikoak: 1,5 MW eta handiagoak.



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

• Abiadura aldakorreko aerosorgailuak DFIM makinekin:

- Estatoretik eta errotoretik (marruskadura-eraztunak) elikaturiko indukzio-makina.
- Turbinaren errotorea eta sorgailuaren errotorea abiadura biderkatzaile baten bidez akoplatzen dira.
- Bihurgailuak maiztasun aldakorreko korranteak injektatzen ditu errotorean (turbina errotorearen arabera).



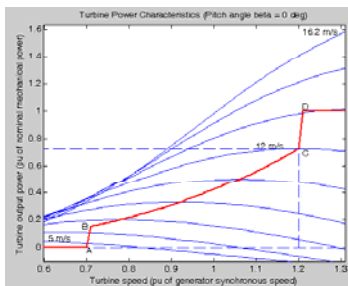
- Bihurgailuaren potentzia makinaren % 20 ingurukoa da.
- Sorkuntza-balio tipikoak : 690 V, 1.500 rpm, 850 kW

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

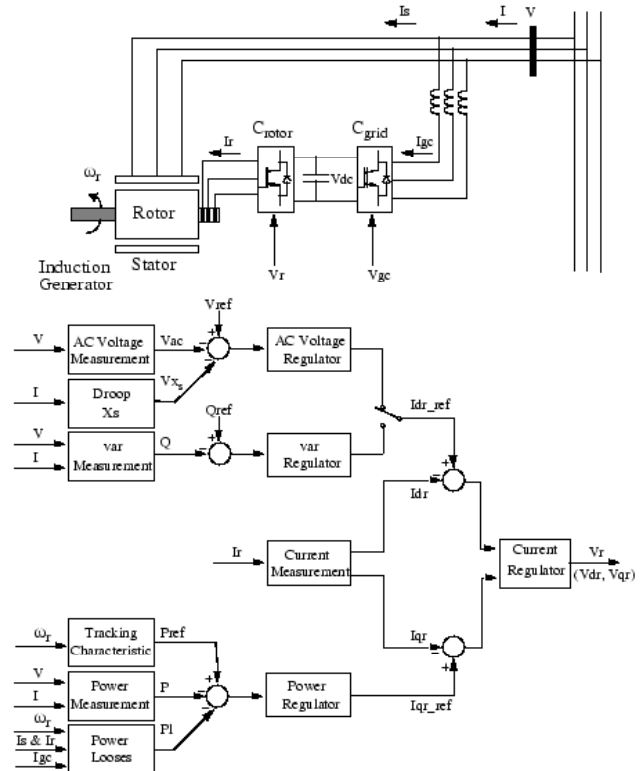
Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

• Abiadura aldakorreko aerosorgailuak DFIM makinekin:

- **Errotoreko bihurtgailuaren bektore-kontrola:** P-ren kontrola I_{qr} -ren bidez eta Q-rena I_{dr} -ren bidez.
- **P-ren kontrola.** P_{ref} erreferentzia biraketa-abiaduraren arabera zehazten da. Haize-aldaketaren bat dagoenean, adibidez igoera bat, potentzia mekanikoaren igoerak errotorea azeleratzen du. Biraketa-abiaduraren igoerak P_{ref} handiagotzen du, eta biraketa-abiadura aldatzen joango da potentzia elektrikoa eta mekanikoa berdinak diren arte.



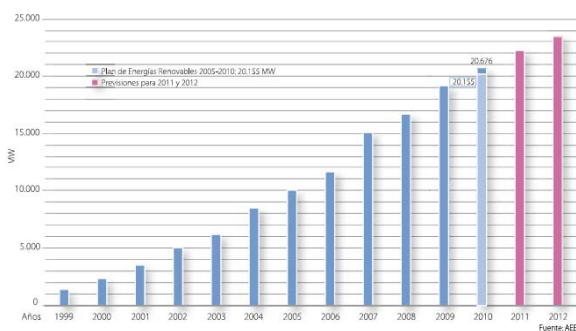
- **Q-ren kontrola.** Bi aukera daude, V_{ref} bidezko tentsioaren kontrola edo Q_{ref} bidezko potentzia erreaktiboren kontrola.



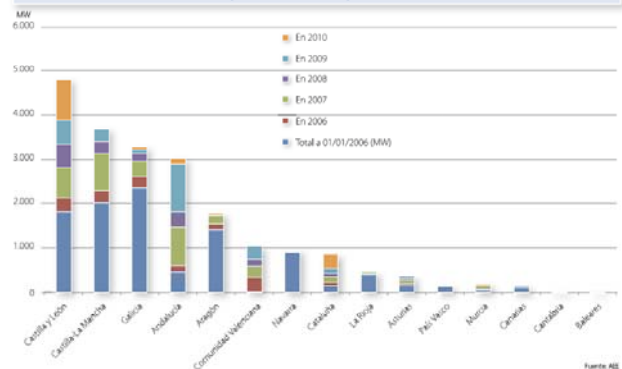
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

Evolución anual de la potencia eólica acumulada en España (1999-2010) y previsión para 2011 y 2012



Evolución de la potencia eólica instalada por Comunidades Autónomas, 2005-2010



Potencia y número de parques por provincias y CC AA a 01/01/2011

	Potencia instalada en 2010 (MW)	Potencia acumulada a 01/01/2011 (MW)	Tasa de variación (%)	Número de parques
Castilla y León	917,02	4.803,82	23,6%	205
Castilla-La Mancha	6,00	3.709,19	0,2%	121
Galicia	54,80	3.289,33	1,7%	150
Andalucía	139,41	2.979,33	4,9%	130
Aragón	10,20	1.764,01	0,6%	76
Comunidad Valenciana		986,99	0,0%	30
Navarra	6,60	968,37	0,7%	45
Cataluña	326,87	851,41	62,3%	33
La Rioja		446,62	0,0%	14
Asturias		355,95	0,0%	15
País Vasco		153,25	0,0%	7
Murcia	37,60	189,91	24,7%	11
Canarias		138,92	0,0%	47
Cantabria	17,45	35,30	97,8%	3
Baleares		3,65	0,0%	3
TOTAL	1.515,95	20.676,04	7,9%	890

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

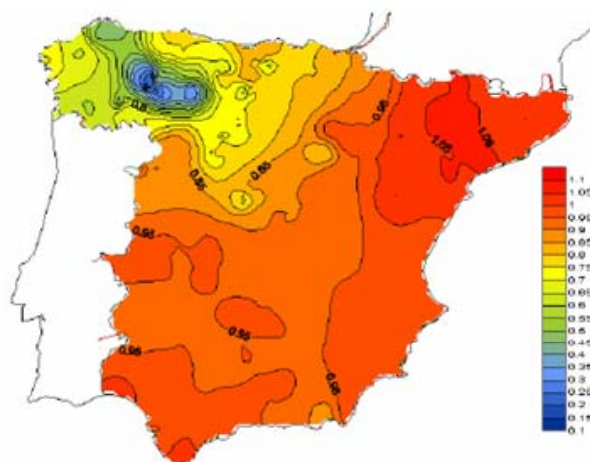
- Energia eolikoaren integrazioa sistema elektrikoan. Tentsio-beherakaden arazoa.



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

- Energia eolikoaren integrazioa sistema elektrikoan. Tentsio-beherakaden arazoa.

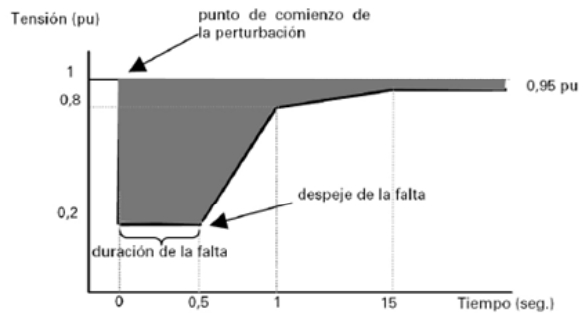
Propagación del hueco de tensión en el sistema eléctrico ante cortocircuito trifásico en Galicia



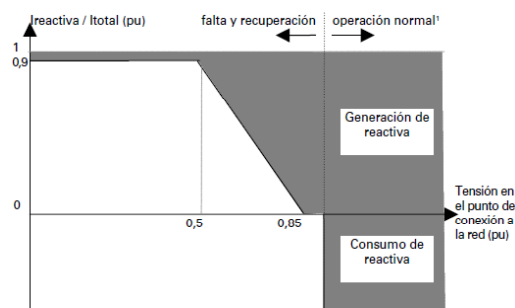
Perfil de tensiones durante el cortocircuito

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

- 12.3 Operazio-prozedura «Tentsio-beherakaden aurrean, instalazio eolikoen erantzunaren betebeharrak» (www.ree.es)



Instalazioak jasan beharreko tentsio-beherakadaren eremua definitzen duen tentsio-denbora kurba. Akastun faseetako fase-lurra tentsioa.



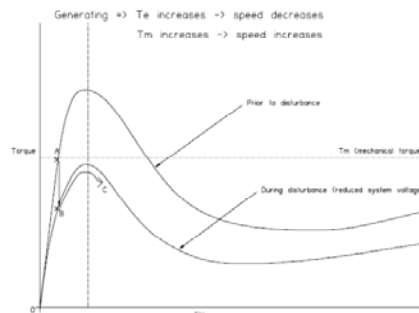
Funtzionamendu-eremua akatsak irauten duen bitartean eta tentsioa errekupearatzen denean, sarerako konexio-puntuko tentsioaren arabera.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

• Tentsio-beherakadak eta aerosorgailuen teknologiak

- Kaiolako indukzioko makina elektrikoa:

- Tentsioaren beherakadak sorturiko potentzia elektrikoaren murrizketa dakar eta, ondorioz, makinaren azelerazioa.
- Sorgailuak xurgatzen duen potentzia erreaktiboak tentsioa berreskuratzea oztopatzen du akatsa desagertzen denean.



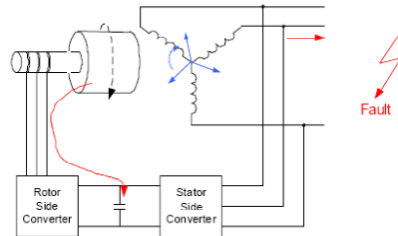
- Soluzioa:

- Potentzia eolikoa murrizteko besoaren angeluaren kontrolerako algoritmoak.
- UPS sistemak, kontrola elikatzeke akatsak irauten duen bitartean.
- Potentzia erreaktiboko kontrol dinamikoko sistemak (SVC, STATCOM), tentsioa kontrolatzeko akatsa desagertzen denean.

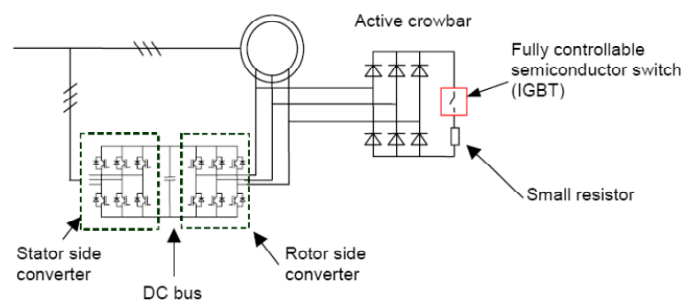
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

• Tentsio-beherakadak eta aerosorgailuen teknologiak

- Indukzioko DFIM makina elektrikoa
 - Tarteko kondentsadorean tentsioa igotzen da eta bihurgailua kalte daiteke.



- Soluzioa: errotoreko harila zirkuitulaburrean jartzen duen crowbar aktiboa, bihurgailura doan korrontea desagerrarazteko.



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Energia eolikoa.

• Tentsio beherakadak eta aerosorgailuen teknologiak

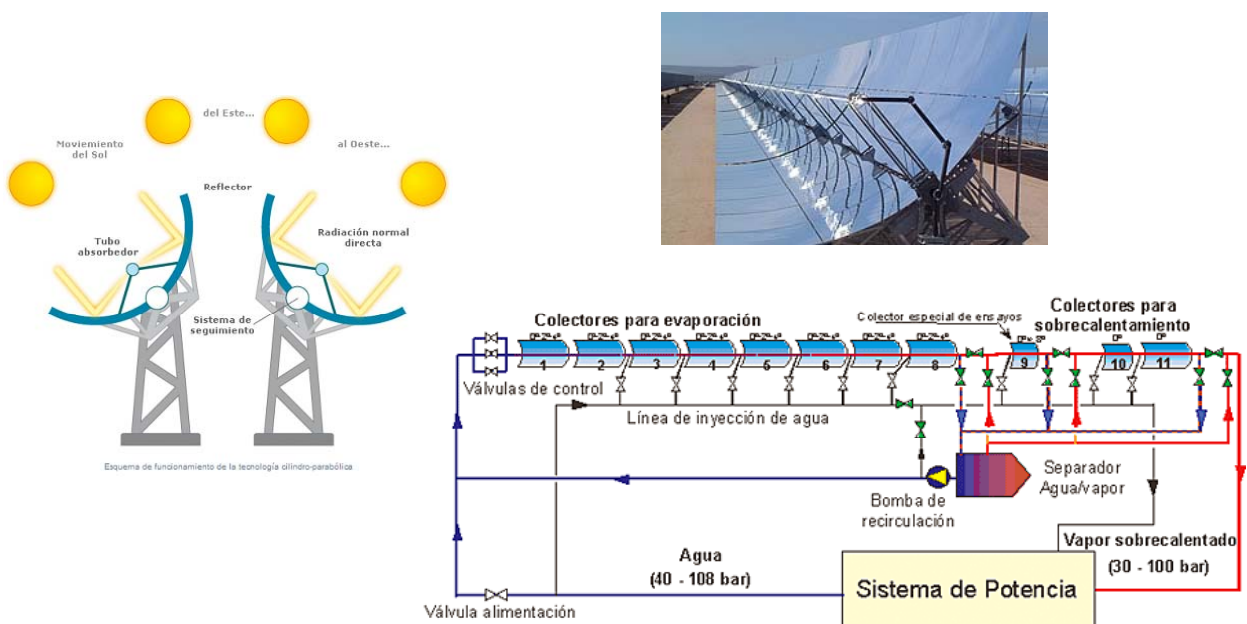
- Makina elektriko sinkronoa
 - Bihurgailuak sorgailua saretik deskoplatzen du. Sorgailuak ez du nabarmentzen tentsio-beherakadarik eta, ondorioz, ez dago gainintentsitaterik. Hala ere, sorturiko energia ezin da atera.
 - Soluzioa: sorturiko korrontea bihurgailuaren aurretik kokatzen den erresistentzia batera desbideratzen da, akatsak irauten duen bitartean energia xahutzeko.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Eguzki-energia.

- Eguzki-energiari probetxu ateratzen dieten instalazioak dira.
- Ustiapen motak:
 - Bero-energia: erradiazioaren efektu termikoari probetxu ateratzen zaio, lan-fluido bati emateko.
 - Behe-temperatura ($< 100\text{ }^{\circ}\text{C}$): kolektore zapalak erabiltzen dituzte ura berotzeko (berogailuak, igerilekuak, ospitaleak...); ezin da elektrizitaterik sortu.
 - Temperatura ertaina ($< 400\text{ }^{\circ}\text{C}$): kolektore zilindriko parabolikoen bidez ziklo termodinamiko bat egiten duen fluido bat berotzen dute.
 - Goi-temperatura ($> 400\text{ }^{\circ}\text{C}$): kolektore batzuen bidez, eguzki-erradiazioa dorre batean kokaturiko tanga batean kontzentratzen dute; tanga horretan ziklo termodinamiko bat egiten duen fluido bat dago.
 - Fotovoltaikoa: lotura erdieroale batean sorturiko efektu fotovoltaikoaren bidez, korrante zuzena sortzen da zuzenean.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Eguzkiaren bero-energia.

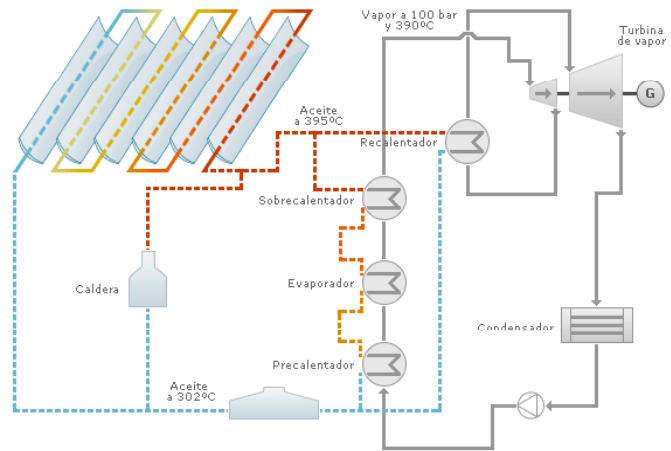
- Temperatura ertaina:
 - Erradiazioa biltzeko kolektore paraboliko bat erabiltzen da. Horrek erradiazioa parabolaren fokuan kontzentratzen du eta bertan lan-fluido bat doan hodi bat dago.



Almeriako Plataforma Solareko DISS instalazio esperimentalaren irudi bat.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Eguzkiaren bero-energia.

- Temperatura ertaina: SOLNOVA 1 eta 3 (2x50 MW)



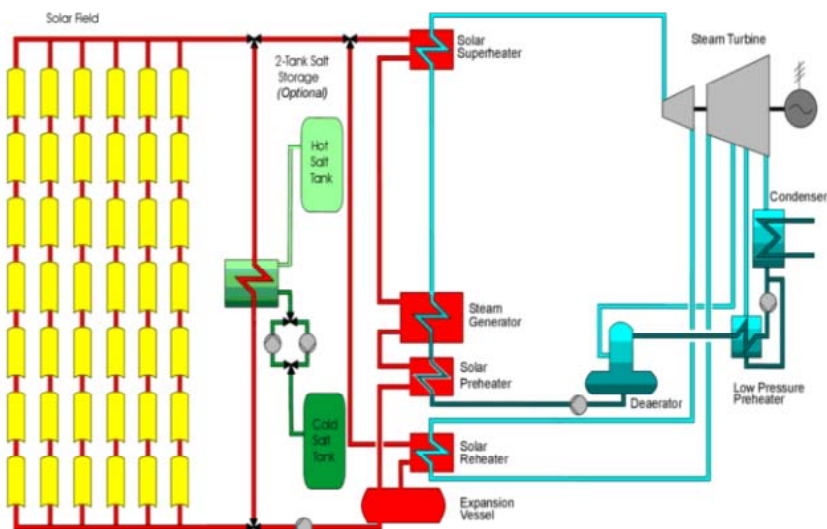
Operazioan: Solnova 1 eta 3
Eraikitzen: Solnova 4
Sustapenean: Solnova 2 eta 5

(www.abengoasolar.com)

Descripción general	
Localización	Sanlúcar Mayor. (Sevilla),
Potencia Nominal	50 MW _s
Tecnología	Vapor sobrecalentado
Ciclo de vapor	100 bar 390 °C, 2 presiones
Producción anual de electricidad	114,6 GWh

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Eguzkiaren bero-energia.

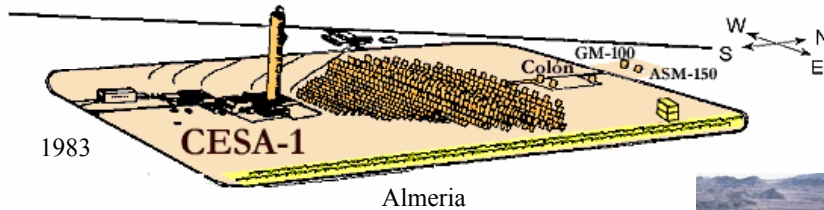
- Temperatura ertaina: ANDASOL (2x50 MW)



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Eguzkiaren bero-energia.

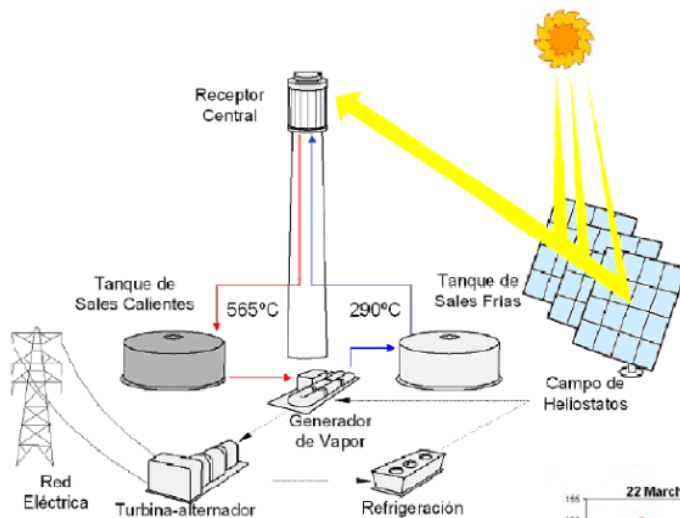
• Goi-tenperatura:

- Heliostato izeneko (eguzkiaren ibilbidea jarraitzen dute) kolektore-parke bat dago. Horiek dorre batean kokaturiko tanga batean (dorre zentrala) kontzentratzen dute eguzki-erradiazioa.
- Fluidoa ziklo termodinamiko baten barnean turbina batean zabaltzen da, eta horrek sorgailu sinkrono bati eragiten dio.

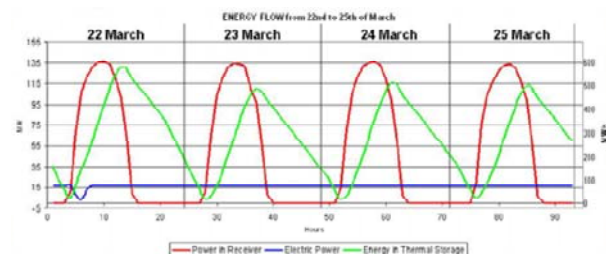


4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Eguzkiaren bero-energia.

• Goi-tenperatura: SOLAR TRES (17 MW)

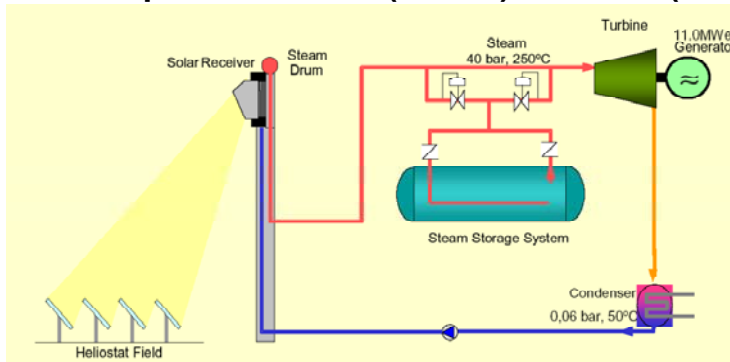


Datos Técnicos	
Superficie Reflectante del Campo de Heliostatos	264825 m ²
Número de heliostatos	2750
Superficie Total del Campo de Heliostatos	142.31 Ha
Potencia Térmica del Receptor	120 MWt
Altura de la Torre	120 m
Capacidad de Almacenamiento Térmico	15 horas
Potencia de la Turbina	17 MWe
Potencia de la Caldera de GN	16 MWt



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Eguzkiaren bero-energia.

• Goi-tenperatura: PS10 (11 MW) eta PS20 (20 MW)



Descripción general	
Localización	Sanlúcar M. (Sevilla), Lat 37.4°, Lon 6.23°
Potencia Nominal	11.02MW _e
Tec., de receptor	Vapor saturado
Tecnología de almacenamiento térmico	Agua/vapor
Capacidad del almacenamiento térmico	15 MWh, 50 min al 50% de carga
Ciclo de vapor	40 bar 250 °C, 2 presiones
Producción anual de electricidad	23.0 GWh

PS10-en ezaugarri teknikoak

(www.abengosolar.com)

PS10 (11 MW) eta PS20
(20 MW)



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Eguzkiaren bero-energia.

• Solar Dish teknologia: 25 kW

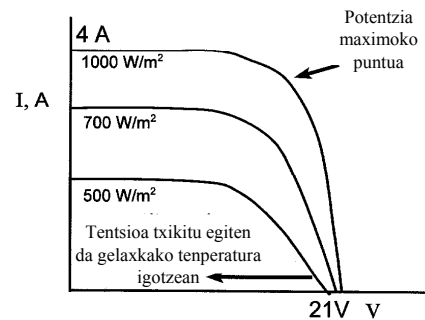
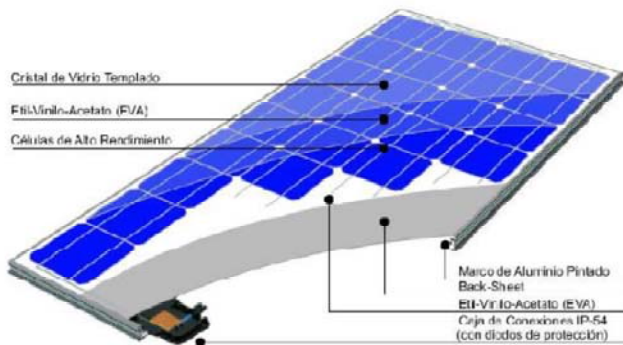
- Dorre zentralaren antzekoa da, baina plater bakoitzak bere fokuan kontzentratzen du erradiazioa. Fokuan Stirling motor bat dago, sorgailu elektrikoa mugiaraziko duena.



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Sistema fotovoltaikoa.

• Oinarrizko osagaiak:

- Modulu fotovoltaikoa: tentsioa igotzeko (6 V, 12 V edo 24 V) zelula fotovoltaikoak seriean konektatzen dira; balio tipikoak: 36 zelula, 12 V eta 50-165 Wp



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Sistema fotovoltaikoa.

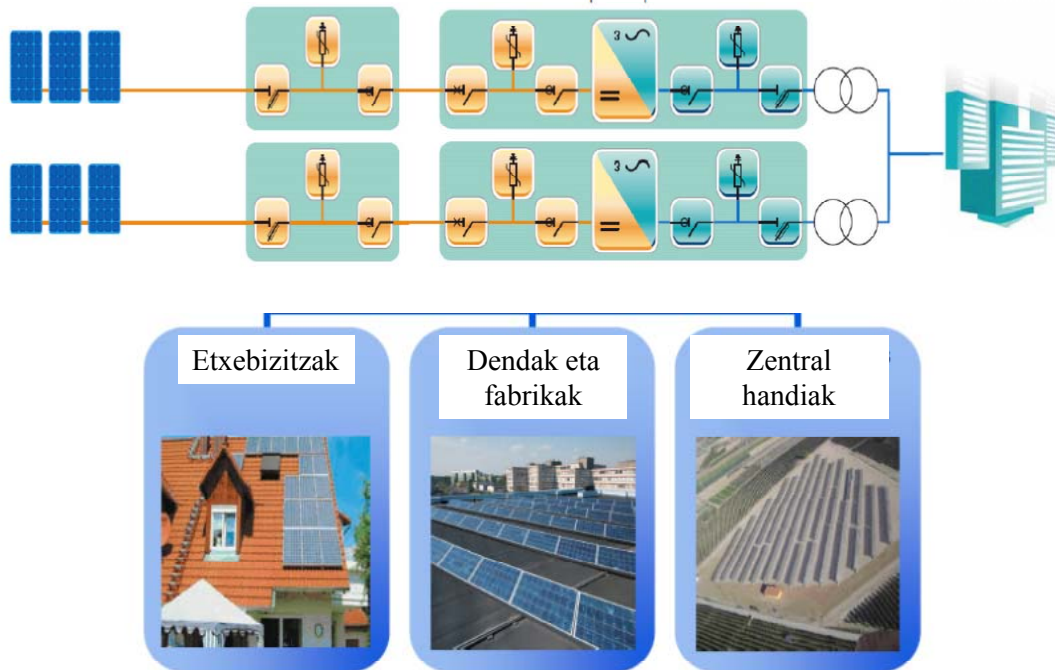
• Oinarrizko osagaiak:

- Panel fotovoltaikoa: moduluen multzoa, sorturiko potentzia handiagotzeko.
 - Serie-konexioa: tentsioa handiagotu.
 - Paralelo-konexioa: intentsitatea handiagotu.



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Sistema fotovoltaikoa.

- Sarera konektaturiko sistemak:



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Sistema fotovoltaikoa.

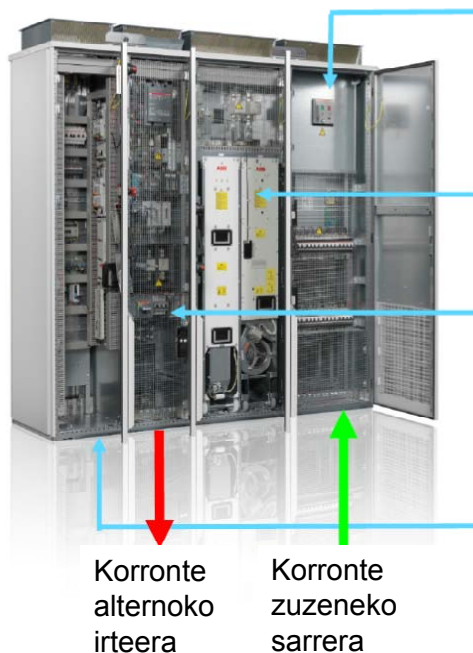
- Sarera konektaturiko sistemak

- Alderanzgailua: korrante zuzena alferno bihurtzen duen sistema.

- Potentziaren arabera:
 - < 400 V: moduluko inbertsoreak
 - 1-10 kW: lerroko inbertsoreak
 - 10-100 kW: mini-zentral inbertsoreak
 - 100-500 kW: inbertsore zentrala
- Fase kopuruaren arabera:
 - Monofasikoak (< 5 kW)
 - Trifasikoak
- Funtzio nagusiak:
 - DC/AC bihurtza.
 - Iratzartze automatikoa.
 - Potentzia maximoko puntuaren jarraiketa (MPPT).
 - Korrante zuzeneko konexioa eta babesa.
 - DC aldeko isolamenduaren ikuskapena.
 - AC aldeko konexioa (eskuz/auto) eta babesa (anti-irila).
 - Sarearen monitorizazioa (tentsioa eta frekuentzia).
 - Funtzionamenduko seinaleak sortu eta gizaki-makina interfasea.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Sistema fotovoltaikoa.

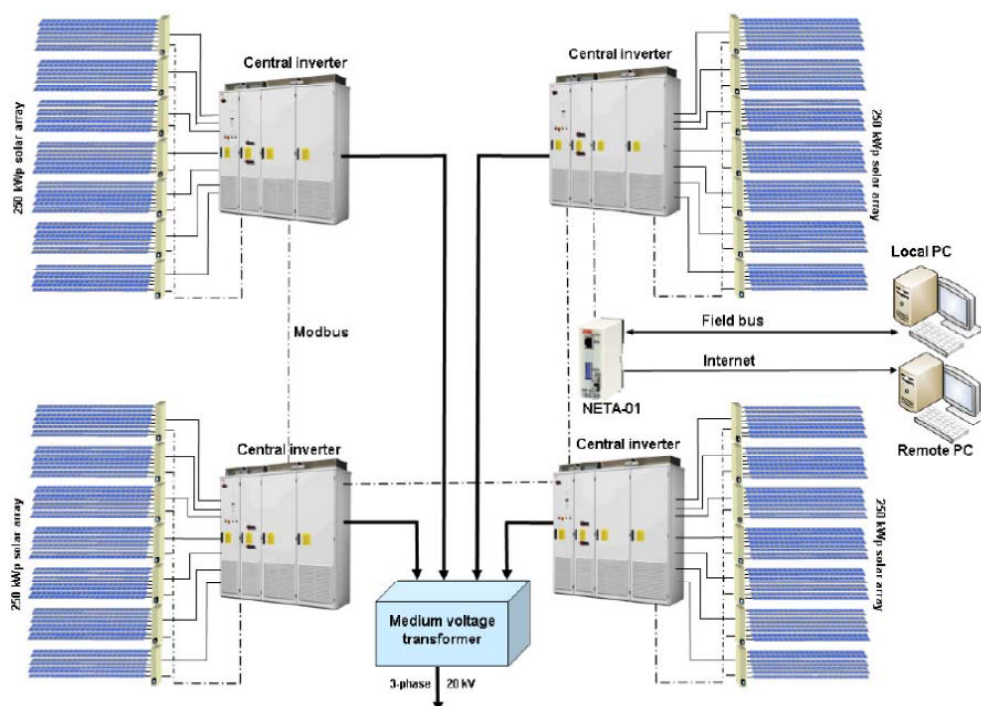
PVS800 alderanzgailua (250 kW)



- Korrante zuzeneko zatia:
 - Sarrera bat (2 polo) etengailu automatikoekin (4 sarrera arteko aukera)
 - Gaintentsio-babesa
 - EMC iragazkia (hautazkoa)
 - Korrante zuzeneko etengailu automatiko nagusia
 - Alderanzgailuaren zatia:
 - Alderanzgailua
 - Irteerako iragazkia
 - Korrante alternoko zatia:
 - Kontaktorea
 - EMC iragazkia (hautazkoa)
 - Ebakigailua
 - Fusibleak
 - Irteera-konexioak
- Kontrolaren zatia

ABB

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Sistema fotovoltaikoa.



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Sistema fotovoltaikoa.

• Seriean eta paraleloan dauden modulu kopurua

Datos técnicos y tipos	
Código de tipo	100 kW PVS800-57-0100kW-A
Entrada (CC)	
Potencia FV máx. recomendada (P_{FV})	120 kW
Rango de tensión CC, mpp (U_{FV})	450-750 V
Tensión CC máx. ($U_{CC, máx}$)	900 V
Intensidad CC máx. ($I_{CC, máx}$)	245 A
Número de entradas CC protegidas (paralelo)	1 (+/-)
Salida (CA)	
Potencia de salida CA nominal (P_{CA})	100 kW
Intensidad nominal CA ($I_{CA, nom}$)	195 A
Tensión de servicio de la red (+/- 10%) ¹⁾	300 V
Rango de funcionamiento, frecuencia de la red (f_{CA}) ²⁾	50/60 Hz
Rizado de tensión, tensión FV (U_{FV})	< 3%
Distorsión armónica de la intensidad de red (KI_{CA})	< 3%
Compensación del factor de potencia (cos ϕ)	Si
Estructura de la red	Red TN e IT
Rendimiento	
Rendimiento máx. ($P_{CA, máx}$) ³⁾	97,7%
Euro-eta ³⁾	96,7%
Consumo de energía	
Consumo propio en funcionamiento (P_{dis})	< 0,5% $P_{CA, nom}$
Consumo en modo de espera (P_{rest})	< aprox. 45 W
Tensión auxiliar externa	230 V, 50 Hz
Dimensiones y peso	
Altura/Anchura/Profundidad, mm (Al / An / P)	1030 / 2130 / 644
Peso aprox.	575 kg

Seriean dauden modulu kopurua

Paraleloan dauden modulu kopurua

Comportamiento bajo condiciones estándar de prueba (STC*)

	5W 220	5W 225
Potencia en el punto de máx. potencia	220 Wp	225 Wp
Tensión en vacío	36,6 V	36,8 V
Tensión a potencia máxima	29,2 V	29,5 V
Corriente de cortocircuito	8,08 A	8,17 A
Corriente a potencia máxima	7,54 A	7,63 A



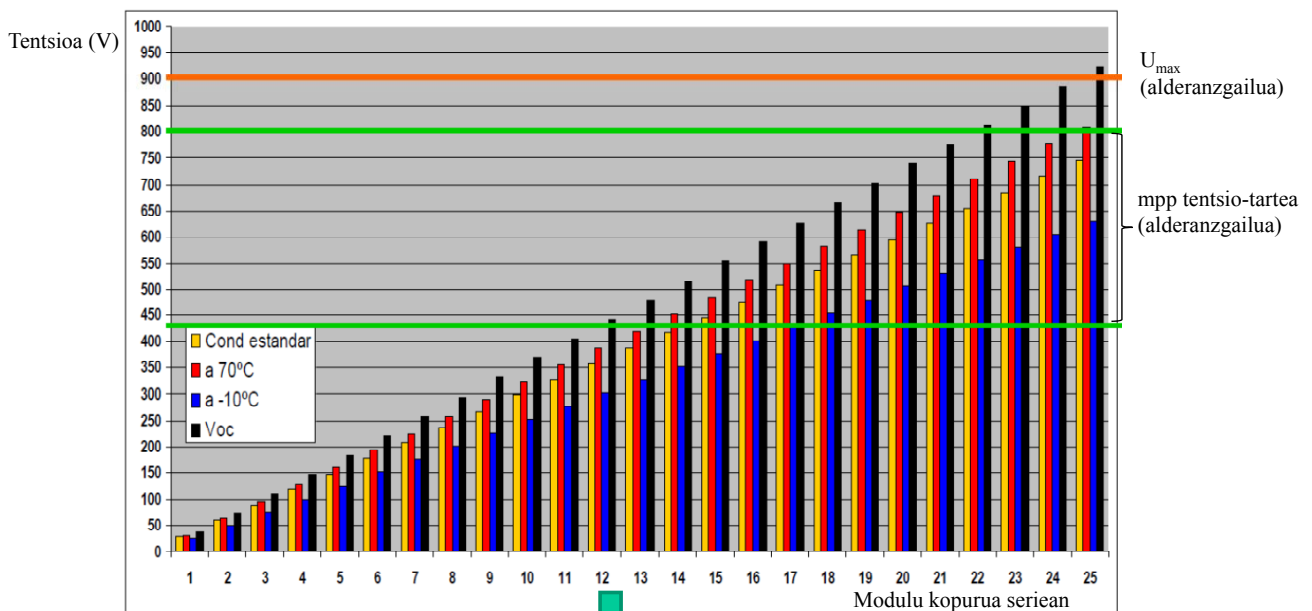
ALDERANZGAILUA

MODULUA

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Sistema fotovoltaikoa.

• Seriean eta paraleloan dauden modulu kopurua

- Temperaturaren eragina seriean dauden modulu kopuruan



Soluzioa: 17 - 24 modulu seriean

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.

- Biomasa da energia termikoa lortzeko erabil daitekeen landare- edo animalia-jatorriko materia organikoaren multzoa.

- **Biomasa motak:**

- Energia ekoizteko laboreak: landareak (kardoa, erremolatxa...) eta algak

- Hondakinetako biomasa: beste prozesu batzuen hondakinak

- Hirietako hondakinak

- Solidoak (HHS)

- Hondakin-uren araztegiatako lohia

- Industria-hondakinak

- Egur-industria

- Elikagaien industria

- Nekazaritza eta abeltzaintzako hondakinak

- **Gaur egun, beroa lortzeko erretzen den biomasaren % 6 bakarrik erabiltzen da elektrizitatea lortzeko.**

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.

- **Energia ekoizteko laboreak.** Energiaren sorkuntza:

- Sorkuntza zuzena errektuzaren bitartez.

- Bioerregaiak (etanola edo biodiesela) lortzeko lehengaia.

- **Ohiko laboreak**

- Balio energetikoa duten ohiko laboreak: azukre-kanabera, garia, garagarra, artoa, sorgo gozoa, erremolatxa, manioka, patata, batata, arbia, aguakatea, ekilorea, arroza...

- *Baso-ustiapenak*

- Inausketa intentsiboak eta uzta biltzea ziklo motzetan.

- Eukaliptoak, makala, sahatsa, akazia.

- **Labore ez-ohikoak**

- Aurkako baldintzetan, lurzoru gazi, pobre, eta lehorretan biomasa-ekoizpen handia ematen dute.

- Kardua, indipikondoa eta garoa.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.

- **Ur-laboreak**
 - *Algak* haztegietan (40 m-ko luzera gaindi dezakete).
 - *Alga zelulabakarrak* hondakin-uren tratamendu-putzuetan (metano bihur daitekeen biomasa).
 - *Uretako hiazintoa*
 - Eguneko % 10eko igoera pisuan.
 - Metanoa lortzen da hartziduraren bidez.
 - Izurria. Kalteak sor ditzake.
- **Bioerregai likidoak lortzeko laboreak**
 - Bioerregai likidoak: ohiko erregaien (gasolina eta gasolioa) alternatiba.
 - *Bioetanola* eta bere deribatua den *etilercbutiletera* (ETBE), gasolinaren ordezkio edo gehigarri gisa. Bioetanola lortzen da azukrean edo almidoian aberatsak diren nekazaritza-gaien hartziduraren bitartez.
 - *Landare-olioen ester metilikoak* (koltza, soja, ekilorea...) gasolioaren ordezkio gisa. Katalizatzaile baten laguntzaz olioak metanolarekin erreazionatzean lortzen da.
 - Kostu altua.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.

- Honako jarduera hauetan sortutako hondakinak:
 - Etxeko jarduerak.
 - Zerbitzuak eta jarduera komertzialak.
 - Osasun-zerbitzuak.
 - Hiri-garbiketa.
 - Eraikuntza eta eraistea.
 - Altzari, tresna eta ibilgailuak uztea.
- HHSen osagaiak:
 - Inerteak: metalak, beira, lurra, zepa, errautsak.
 - Hartzigarriak: hondakin organiko ustelkorrak.
 - Erregaiak: papera, kartoia, plastikoa, egurra, goma, larrua, zuntzak, etab.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza **Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.**

- **Tratamendu-sistemak:**
 - Isurketa kontrolatua.
 - Birziklatzea.
 - Konposta lortu, materia organikoa erabiliz.
 - Errausketa.
- Nahiz eta hondakinetako biomasaren zati txikia suposatzen duten, probetxu gehien atera dakiekeenak dira. Horren arrazoiak:
 - Antolaturiko bilketa-zerbitzua dute.
 - Nahitaez bildu eta deuseztatu behar direnez, interesgarria da hondakinei balioa ematea.
 - Biomazaz gain, material birziklagarria dute.
 - Urteko % 2-6ko igoera dauka.
- Biogasa lortzen da digestio anaerobioaren bidez.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza **Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.**

- **Hondakin-uren araztegi-tako lohia**
 - Materia organiko kontzentrazio handia duten lohiak lortzen dira. Digestio anaerobioaren bidez, metanoa eta lohi egonkortuak lortzen dira.
- **Elikagaien industriaren hondakinak**
 - Hondakin-urek materia organiko biodegradagarri asko dute.
 - **Jarduerak:**
 - Arrain-industria: kontserbagintza eta arrain-irin ekoizleak.
 - Harakintza eta hiltegiak.
 - Azukre-industria.
 - Landare-prozesadoreak.
 - Landare-kontserbagintza.
 - Esne-industria.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.

- **Egur-industriako hondakinak**
 - Erregai gisa edo beste jarduera batzuentzat lehengai gisa erabil daitezke.
 - EAEn % 30ari balio energetikoa ematen zaio.
 - Hondakin sortaileak:
 - Zerrategiak.
 - Landutako egurrezko produktuen fabrikazioa.
 - Kortxozko produktuen fabrikazioa.
 - Paper-pastaren fabrikazioa.
- **Basoko hondakinak**
 - Baso-tratamenduetako hondakinak.
 - Egurretarako zuhaitzen mozketaren hondakinak.
- **Abeltzaintzako hondakinak**
 - Solidoak (simaurra): sabeluste eta etzauntzen nahasketa; behi- eta ardi-abeltzaintzak.
 - Likidoak (minda): sabeluste eta garbiketa-uren nahasketa; zerri-haztegiak.
 - Digestio anaerobioarekin edo konpost bihurtzearekin ematen zaie balioa.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.

- **Nekazaritza-hondakinak**
 - Uzta biltzearen hondakinak. Urtaroko izaera.
 - Inausketa: mahastiak, olibondoak eta fruta-arbolak.
 - Belar-laboreen hondakinak: zereal mota askoren lastoa, industriarako laboreen hondakinak (kotoia, tabakoa).
- **Nekazaritza-soberakinak**
 - Zuzeneko errekontza.
 - Bioerregai likidoak lortzeko lehengaiak.
- **Konposta**
 - Materia organikoa degradatu egiten da airearen eraginez.
 - Abeltzaintzako, nekazaritzako eta basoetako hondakinak eta ur-araztegien lohiak erabiltzen dira.
 - Materia organikoan aberatsa den produktu egonkorra lortzen da. Ongarri gisa edo lurzorua egokitzeko erabil daiteke.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.

- **Biomasa energia bihurtzeko prozesuak:**

- **Prozesu termokimikoak:**

- Errekuntza zuzena
- Gasifikazioa: bukatu gabeko errektuntza da, hots, oxigeno gutxiegirekin gertatzen da; sintesi-gasa (H_2+CO) sortzen da.
- Pirolisia: oxigenorik gabeko biomasaren berokuntza da.

- **Prozesu biokimikoak:**

- Digestio anaerobioa: biogasa (% 60-70 CH_4) izeneko gas bat lortzen da (zaborteziak eta ur-araztegiak).
- Hartidura alkoholikoa: bioetanola.

- **Prozesu kimikoak:**

- Landare-olioen tratamendu kimikoaren bidez biodiesela lortzen da.

• **Kasu guztietan, energia elektrikoa lortzeko lorturiko erregaia erre egiten da lurrun-zikloko edo gas-zikloko instalazio batean edota barne-errekuntzako motor batean.**

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa

- **Aurretratamenduak**

- Konposizioa aldatzen ez duten tratamendu fisikoak.
- Peletak edo briketak lortzeko aurretratamendu-etapak.
 - Zatikapen mekanikoa
 - Lehortzea
 - Ehotzea eta bahetzea
 - Trinkotzea

- **Prozesu termokimikoak**

- **Errekuntza zuzena.** Biomasa gehiegizko oxigenoarekin erretzen da, eta ondorioz beroa lortzen da.
- **Gasifikazioa.** Bukatu gabeko errektuntza da, hots, oxigeno gutxiegirekin gertatzen da. Oxigenoa erabiltzean, metanol bihur daitekeen sintesi-gasa ($H_2 + CO$) lortzen da. Airean erabiltzean, gas eskasa ($N_2 + CO + H_2$) lortzen da.
- **Pirolisia.** Oxigenorik gabeko biomasaren berokuntza da. Erregai solidoak, likidoak edo gaseosoak lortzen dira.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.

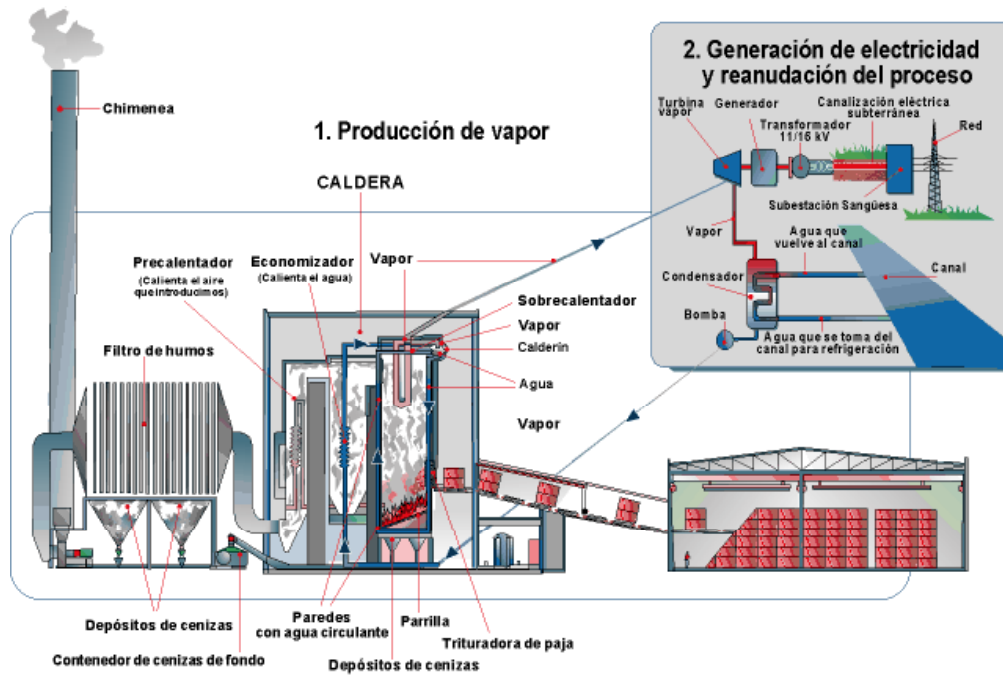
- **Prozesu biokimikoak**
 - Materia organikoa mikroorganismoen eraginez deskonposatzen da, hartzidura gisa ezagunak diren prozesu biokimikoetan.
 - **Digestio anaerobioa**
 - Deskonposizioa oxigenorik gabe gertatzen da (inguru anaerobioa).
 - Biogasa eta lohia lortzen dira.
 - Biogasaren % 60-70 metanoa da.
 - **Hartzidura alkoholikoa**
 - Landareek jasotzen duten eguzki-energia karbono-hidrato moduan metatzen dute (azukrea, almidoia, zelulosa).
 - Azukreak, legami eta onddo unizelularren bidez, hartzidura jasaten du, eta, ondorioz, etanola lortzen da.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.

- **Prozesu kimikoak**
 - **Erauzketa**
 - Disolbatzaile kimikoen laguntzaz zenbait osagai erauztea.
 - **Biodiesela**
 - Transesterifikazio gisa ezaguna den prozesu batean, jatorri biologikoko olioek metanolarekin erreakzionatzen dute.
 - Gasolioaren antzeko ezaugarriak.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.

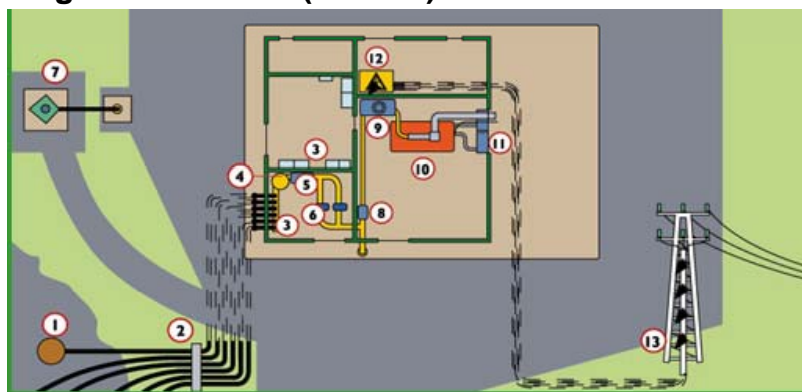
• Zangotzako errektuntza zuzeneko instalazioa



Erregia: lastoa. Potentzia elektrikoa: 25 MW

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.

• BioSasieta biogas-instalazioa (475 kW)



1. Biogas tximiniak:

Zaborretan sortzen den gasa zabortegiaren oinarri-raino ailegatzen diren potzu batzuen bitartez jasotzen da (gaur egun gutxi gorabehera 25 metro dituzten 13 potzu dauzkagu).



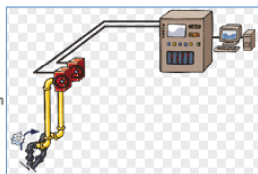
2. Purgatzeko galdaratxoak:

Biogasak daukan hezetasunaren ondorioz sortzen diren kondentsatuak biltzen dira gasa plantara sartu aurretik.



3. Regulazioa eta neurraketa:

Gas-lerro bakoitzetik laginak hartzen dira ustiatzeko egokia den nahasketa bat lortzeko. Lerro bakoitzetik ateratzen den gas-emia erregulatzu egiten da hau.



4. Galdera zentrifugoa:

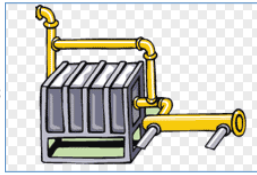
Biogasak oraindik eduki dezken hezetasuna kentzen da. Hezetasuna kondentsatu egiten da galdararen paretekin marruskatzean.



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.

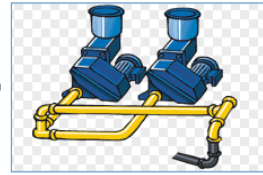
5. Hezetasuna kentzeko ekipoa:

Gasa hoztu egiten da oraindik ere galditu daitezkeen hezetasun hondarrak kondentsatu arazteko.



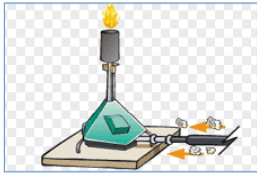
6. Xurgagailu-bultzagailua

Gasa zaborteziaren baretik xurgatzen da ondoren motorrera bultzatzeko.



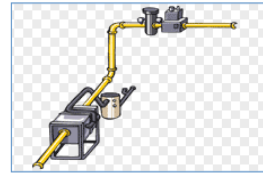
7. Gas erregailua:

Gas-soberakina erregailura desbideratzen da zaborteziaren desgasifikazioa beti bermatzeko.



8. Ozkailua:

Gasaren tenperatura motorrera sartu aurretik egokitu egiten da.



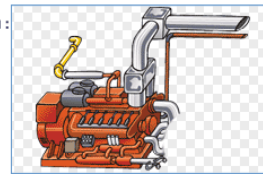
9. Hozte sistema:

Hezetasuna kentzeko ekipoa eta hozkailuaren bero-trukaketak kontrolatzen ditu.



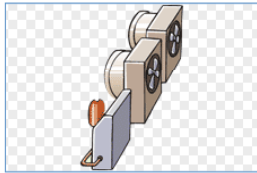
10. Motor-alternadore multzoa:

Gasak motorra elikatzen du honek energia elektrikoa sortzen duen alternadorean akoplatzen den ardatza mugitzeko.



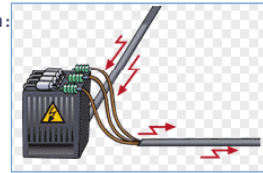
11. Haizezko hozte-sistema:

Motorraren hozketa-likidoa hozten dute haizagailu hauek.



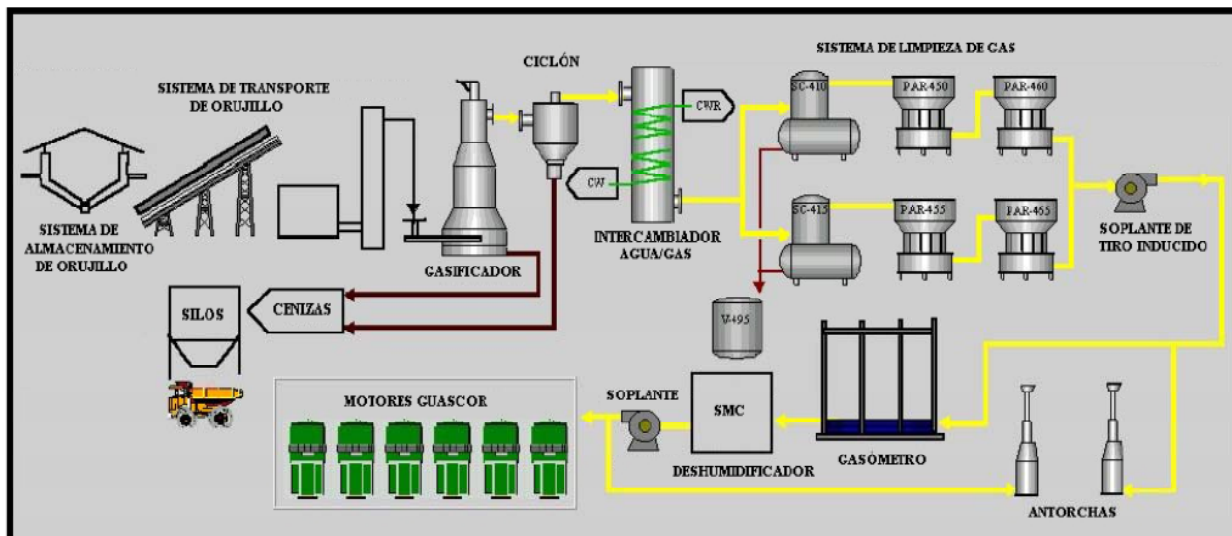
12. Potentziako transformadorea:

Sortzen den potentzia egokitzen da sare-elektrikora batu ahal izateko.



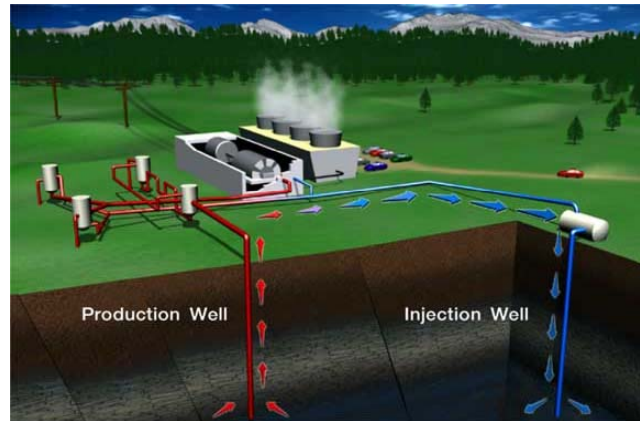
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Biomasa.

- Biomasaren gasifikazio zentrala: Guascor, Rossano-Italia (4 MW)



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Zentral geotermikoak.

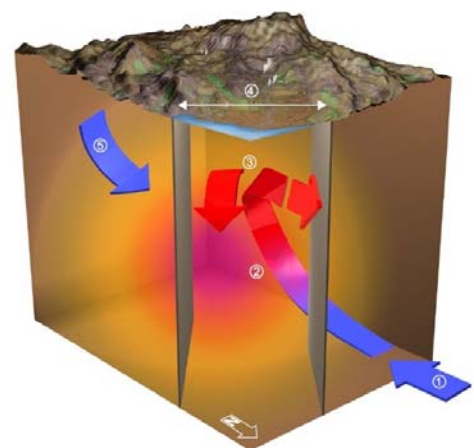
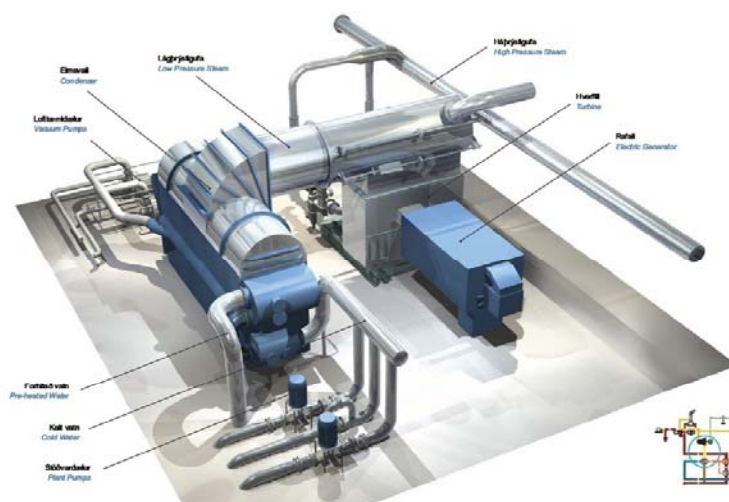
- Lurrak sortutako beroari probetxu ateratzen dioten zentralak dira.
- Lurra zulatuz, ur beroa edo lurrina ateratzen da. Beharrezkoa da lur-azpiko arroak bero egotea eta hurbil ur-iturri bat izatea.
- Hiru ustiapen mota daude:
 - Goi-tenperaturako ustiapena (150 – 400 °C):
 - Lurrazaleko eremu aktiboan lortzen da.
 - Zuzenean turbinara doan lurrina lortzen da.
 - Temperatura ertaineko ustiapena (70 – 150 °C):
 - Turbinak mugitzeko bitarteko fluido lurrunkorra erabili behar da.
 - Behe-tenperaturako ustiapena (60 – 80 °C):
 - Jalkitze-arro guztietan gertatzen da gradiente termikoagatik.
 - Elektrizitatea lortu nahi bada, lan-fluido gisa ezingo da ura erabili.



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Zentral geotermikoak.

Nesjavellirreko zentrala (Islandia)

Hobiak: 10
 Potentzia termikoa: 300 MW
 Ur bero emaria: 1800 l/s
 Potentzia elektrikoa: 120 MW
 Multzoak: 4 (30 MW)
 Lurrun-presioa: 12 bar
 Lurrun-tenperatura: 190 °C



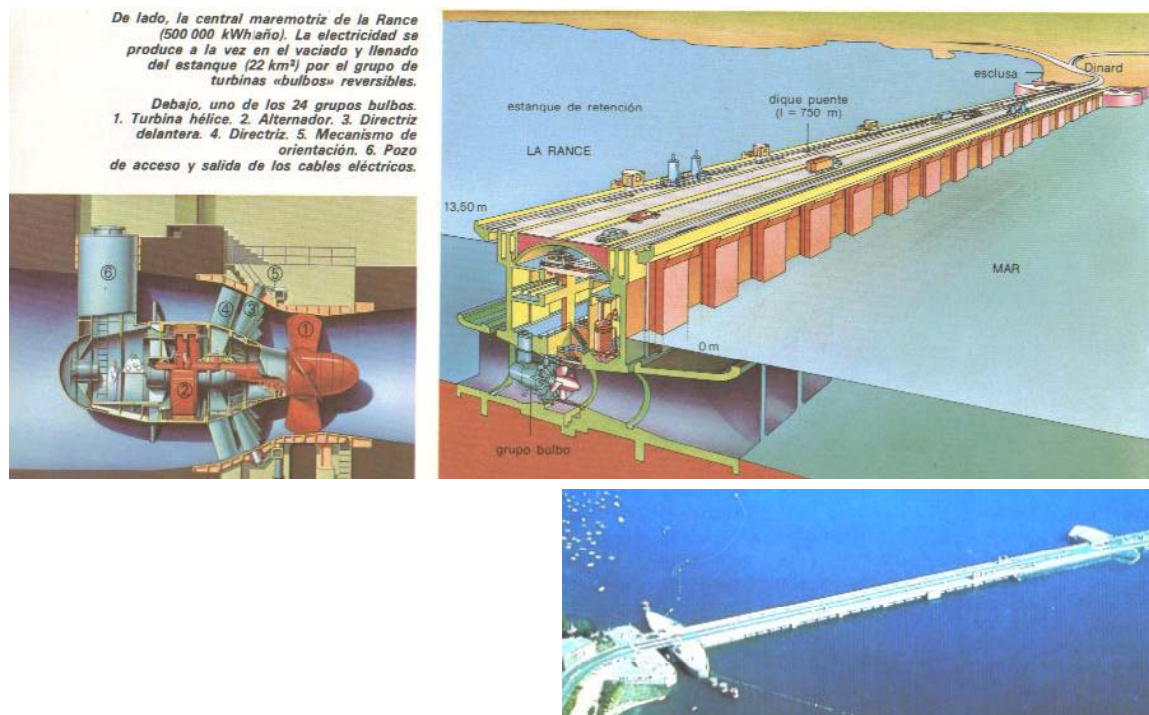
Nesjavellirreko energia geotermikoaren fluxua:

1. Euri-ura iragazi eta lurpetik Mount Hangill ingurura doa.
2. Ura arroka beroekin kontaktuan sartzean, berotu eta zirrikitueta zehar azalera aldera jotzen du.
3. Irakiten dagoen ura eta lurrinaren nahastea Mount Hangilletik, muga tektonikoetan zehar, Nesjavellinera doa.
4. Muga hauetan da energia geotermikoa azalera gertuen dagoen eremua, eta hemen daude zentralaren hobiak.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak. Marea-energia.

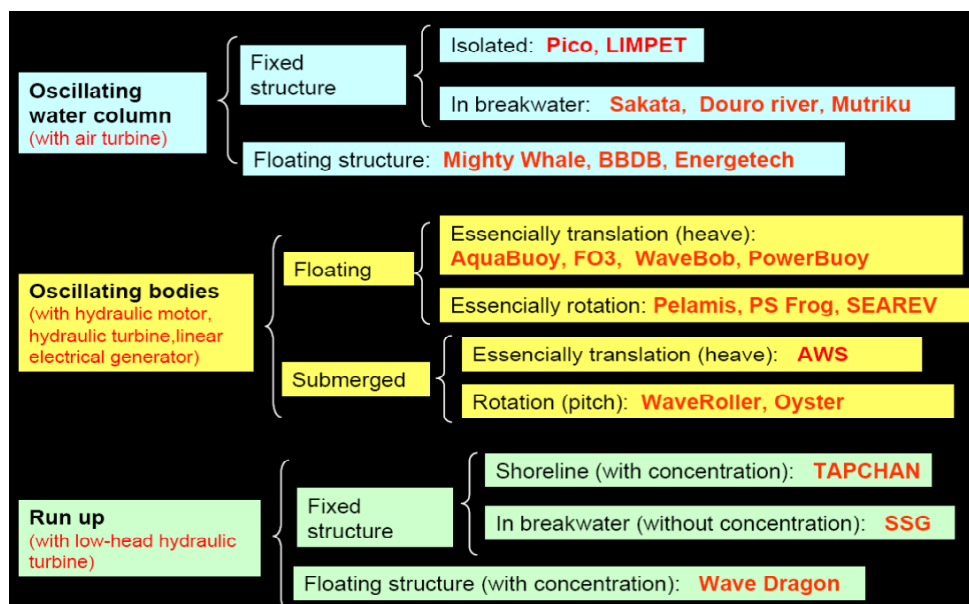
- Maren energiari probetxu ateratzeko igotzen denean metatu egiten da, eta jaisten denean turbinatu egiten da. Adibidea: Ranceko zentral frantziarra (240 MW)



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak. Olatuen energia.

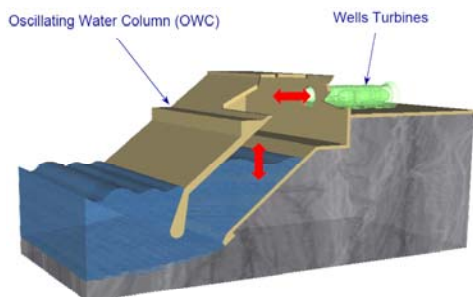
- Olatuen oszilazio-energiari etekin ateratzen zaio energia elektrikoa sortzeko.
- Diseinu desberdin asko.
- Heldu gabeko teknologia frogapen fasean.
- Kostu handia.
- Lan-baldintza gogorrak.



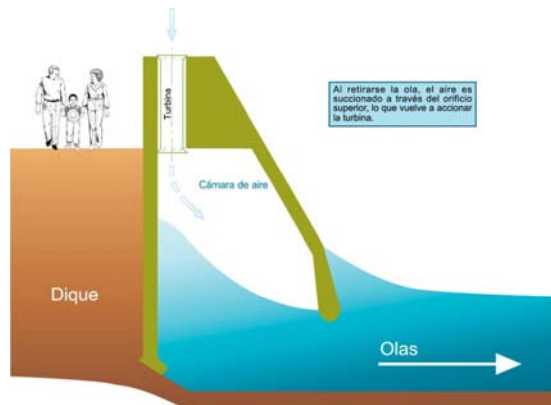
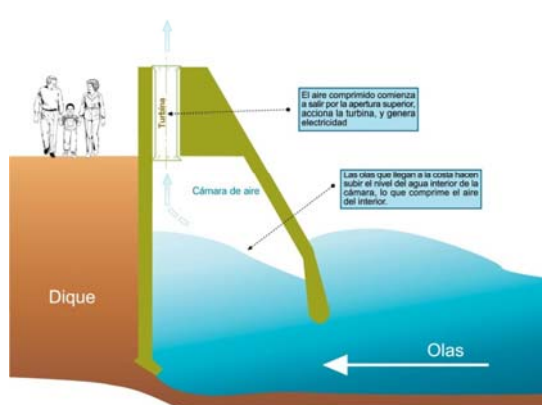
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Energia berriztagarriko zentralak. Olatuen energia.

- Teknologiak: OWC isolatua



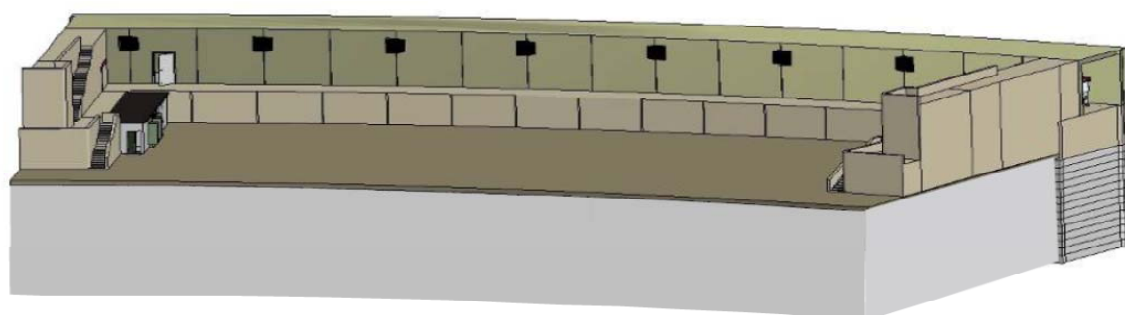
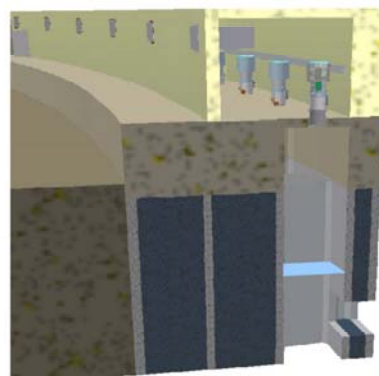
- Teknologiak: OWC kai-muturrean



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

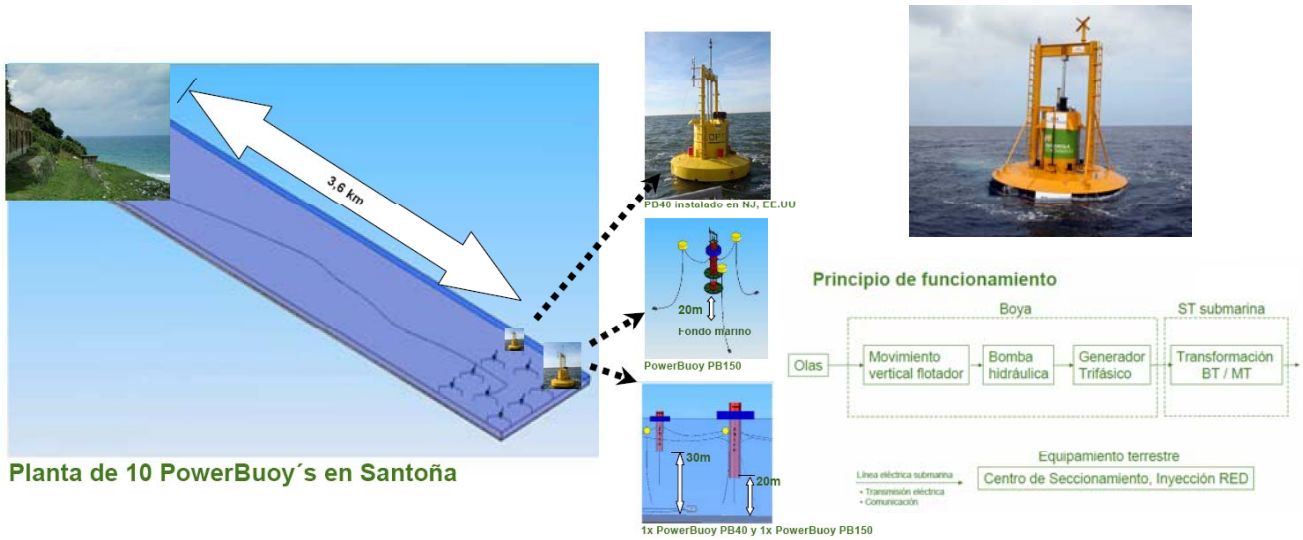
Energia berriztagarriko zentralak. Olatuen energia.

- Instalazio pilotua: Mutriku (300 kW)
 - Eraikitzen ari diren kai-mutur berri batean.
 - OWC teknologia (ur-zutabe oszilatzailea).
 - Turbina anizkoitzekoa (16 x 20 kW).



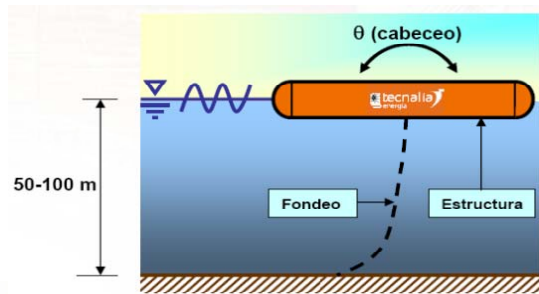
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Olatuen energia.

- Teknologiak: PowerBuoy
 - Instalazio pilotua: Santoña (1,39 MW)
 - Olatuen oszilazio-energiari etekina atera (1 eta 5 m bitartean).
 - Kostatik 3600 m-ra 10 buia, bat 40 kW-ekoa eta bederatziti 150 kW-ekoak.
 - Olatuen oszilazioen eraginez buia gora eta behera ibiliko da, ponpa hidrauliko baten pistoiari eraginez.

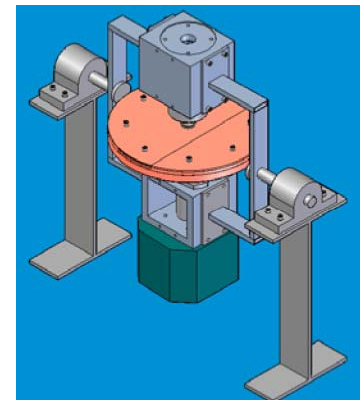
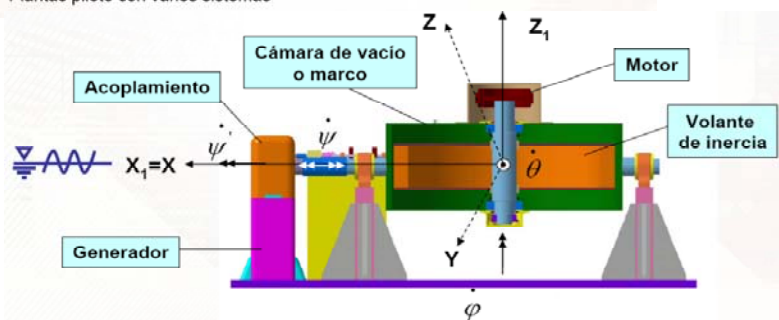


4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Olatuen energia.

- OCEANTEC proiektua, Tecnalia

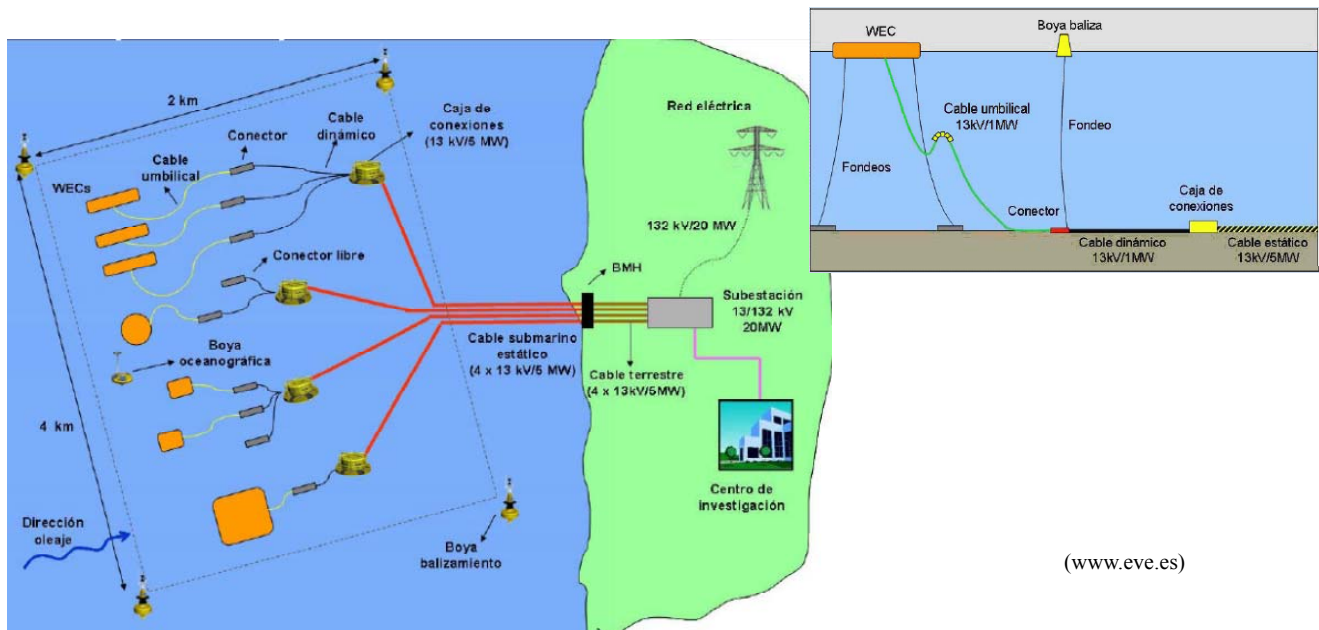


- 2004 Identificación de oportunidades en el sector de energías marinas
- 2005 Puesta en marcha del proyecto; Definición de requisitos; Selección de la tecnología
- 2006 Diseño conceptual; Modelización numérica; Ensayos de laboratorio
- 2007-08 Construcción y prueba de un prototipo a escala mar
- 2000-09 Industrialización de un prototipo a tamaño real
- 2010+ Plantas piloto con varios sistemas



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Energia berriztagarriko zentralak. Olatuen energia.

- BIMEP (Biscay Marine Energy Platform)
 - Itsas zabalean olatuen energia bihurtzen duten sistemen ikerkuntza eta ustiapena egiteko azpiegitura.
 - Fabrikatzaileek bertan olatu-energiaren bihurgailuak jar ditzakete, bai energia elektrikoa nola sortzen duten erakusteko edota beste froga eta saiakuntza batzuk egiteko.
 - Armintza, 2012



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Baterako sorkuntza

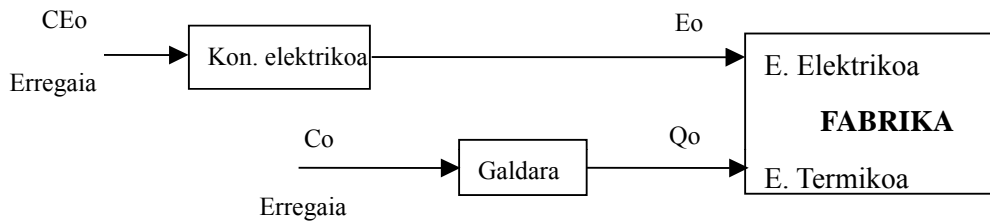
- Baterako sorkuntzan, energia termikoa eta elektrikoa batera sortzen dira.
- Industria-prozesuetan (paper-fabrikak, lauza-fabrikak, pneumatiko-fabrikak, etab.) eta bizileku- edo merkataritza-instalazioetan (hotelak, bulego-eraikinak, etxebizitzak, etab.) erabiltzen dira.
- Beroa eta elektrizitatea batera sortzean, energia-eraginkortasuna hobetzen du.

Eraginkortasun termikoa (erregaiaren erabilera)	
Baterako sorkuntza	% 60 ± % 80
Ikatzeko termikoak	% 33 ± % 40
Fuel/gasezko termikoak	% 37
Ziklo konbinatuak	% 56

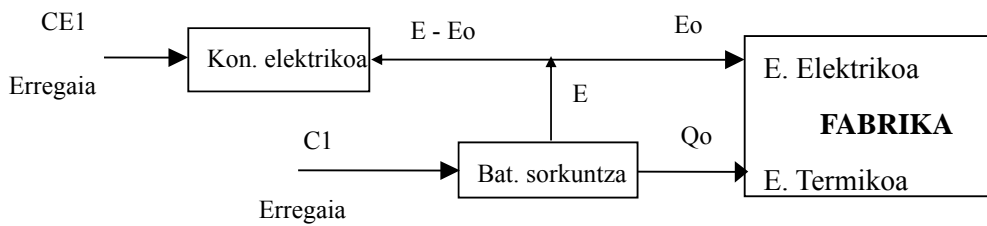
- Baterako sorkuntzako teknologiak
 - Lurrin-turbinak
 - Gas-turbinak
 - Ziklo konbinatua
 - Barne-errekuntzako motorra

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Baterako sorkuntza



Baterako sorkuntza gabe

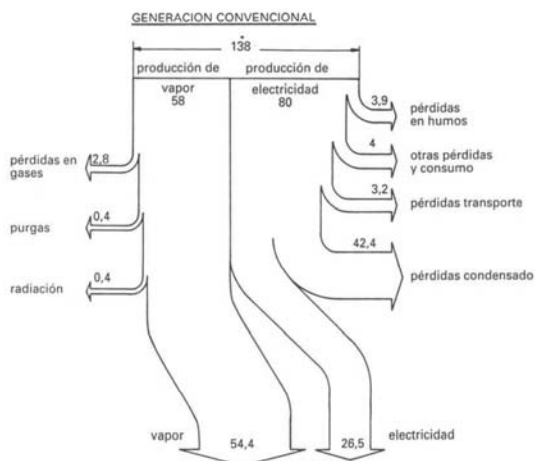


Baterako sorkuntzarekin

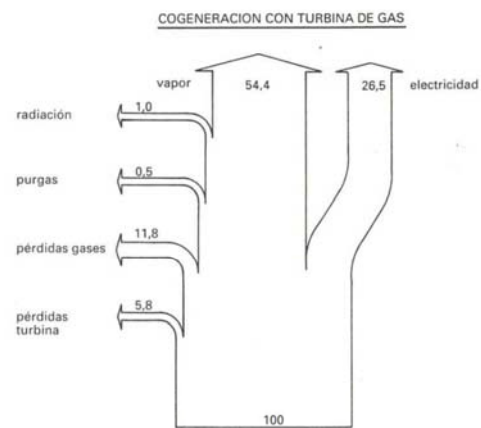
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Baterako sorkuntza

Baterako sorkuntza gabe



Baterako sorkuntzarekin



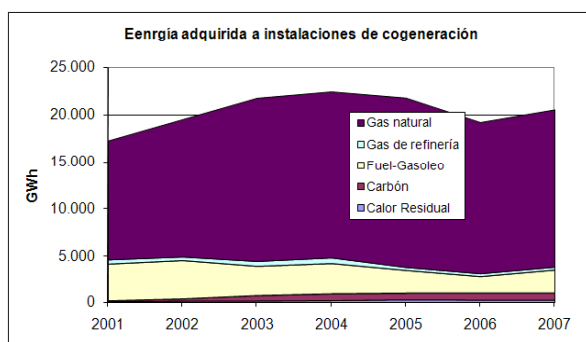
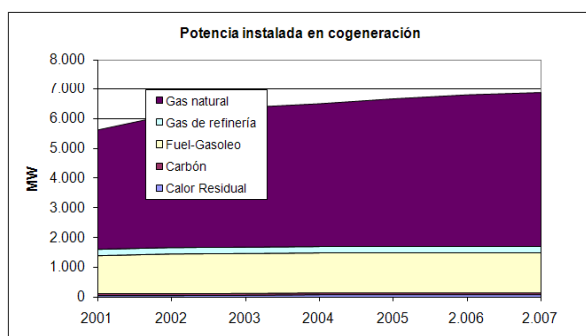
Errendimendu globala

% 58,6

% 80,9

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Baterako sorkuntza



Baterako sorkuntzan instalaturiko potentzia (MW)

Teknologia	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Hondar-beroa	59	69	89	89	89	89	89
Ikatza	69	69	69	69	69	69	69
Fuel-gasolioa	1321	1323	1325	1325	1325	1325	1341
Findegiko gasa	210	210	210	210	210	210	210
Gas naturala	4484	4700	4803	4969	5102	5180	5424

Baterako sorkuntzan sareari salduriko energia (GWh)

Teknologia	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Hondar-beroa	152	160	201	293	262	253	233
Ikatza	223	571	716	693	748	737	651
Fuel-gasolioa	4139	3172	3280	2481	1808	2517	2856
Findegiko gasa	370	508	592	310	294	298	308
Gas naturala	14658	17393	17692	18047	16124	16768	19260

Urteko erabiltze-orduak (2008)

Teknologia	Orduak
Hondar-beroa	2618
Ikatza	--
Fuel-gasolioa	2130
Findegiko gasa	1467
Gas naturala	3551
Batezbestekoa	3207

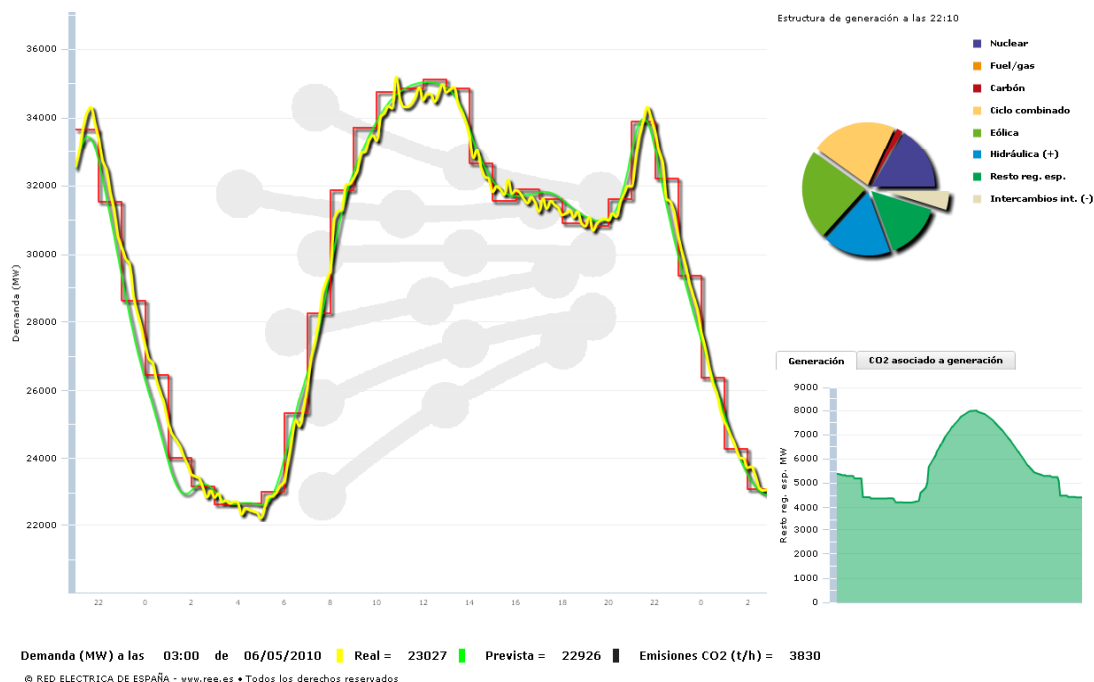
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Baterako sorkuntza

- Baterako sorkuntzako zentralen operazioa sistema elektrikoan:
 - Eskariari loturiko sorkuntza
 - Oinarri eta karga-erregulazio funtzionamendua
 - Aldakortasun gutxi (energia primarioa kudea daiteke)

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Baterako sorkuntza



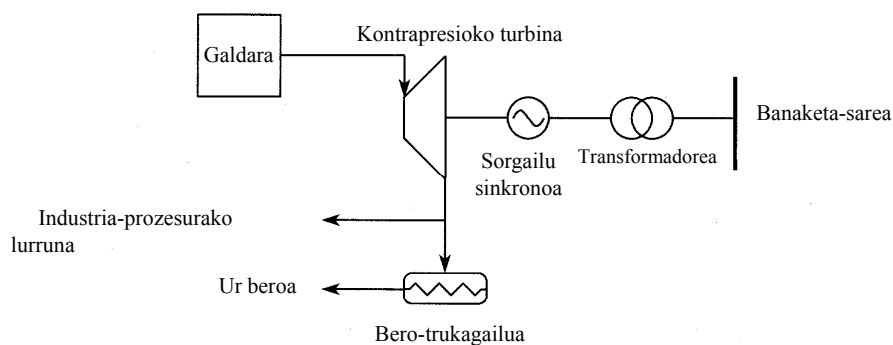
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Baterako sorkuntza. Lurrunezko turbina.

• Kontrapresioko lurrin-turbina

- Turbinatik irtengo den lurrinak prozesurako behar den temperatura eta presioa izango ditu.
- Erauzketak eginez, beste temperatura eta presio bat izango dituen lurrina lor daiteke.
- Turbinatik igarotzen den lurrin-fluxua behar termikoen araberakoa da. Beraz, sorturiko elektrizitatean ez da egongo inongo malgutasunik. Hori dela eta, beharrezkoa da sarearekiko konexioa, memento bakoitzean sorturiko eta kontsumituriko energia elektrikoaren diferentzia konpentsatzeko (saldu edo erosi).

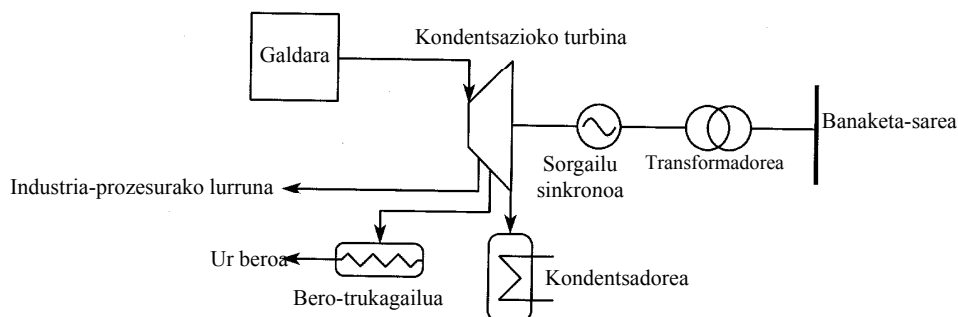
- Turbinak sorgailua 3.000 rpm-tan mugitzen du. Itteera-lurrinaren presioa 0,12 – 4 Mpa artekoa da eta temperatura 200 °C eta 300 °C artekoa.



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Baterako sorkuntza

• Kondentsazioko lurrin-turbina

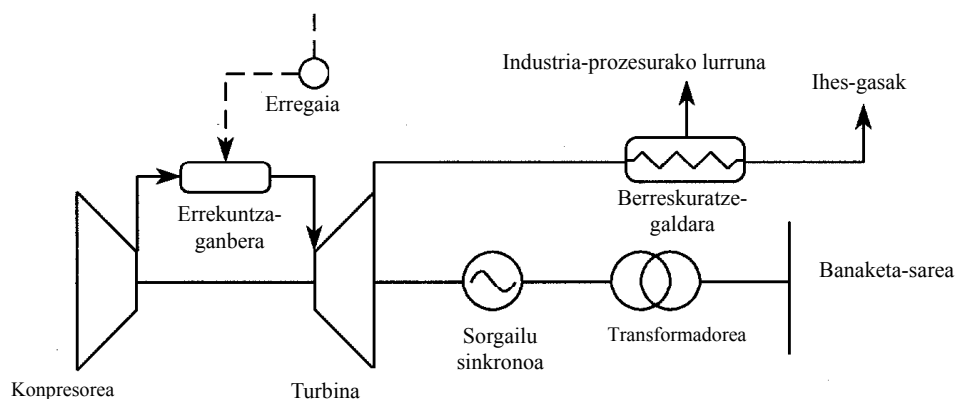
- Prozesuan behar den lurrina turbinaren tarteko etapetan ateratakoa izango da eta, azkenik, turbinatik ateratzen den lurrina kondentsazio-presioan egongo da (presio atmosferikoa baino baxuagoa).
- Kondentsadorean galdutako beroak eragiten du errendimendua kontrapresio-turbinakoetan baino txikiagoa izatea.
- Turbinatik igarotzen den lurrin-fluxua erregulatuz sorturiko energia elektrikoa kontrola daiteke.



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Baterako sorkuntza. Lurrunezko turbina.

• Gas-turbina

- Ziklo irekiko gas zentral baten antzeko prozesua.
- Desberdintasuna: ihes-gasak lurrina sortzeko erabiltzen dira (berreskuratze-galdara).
- Erregaiak: gas naturala edo petroliotik ateratako gasak.

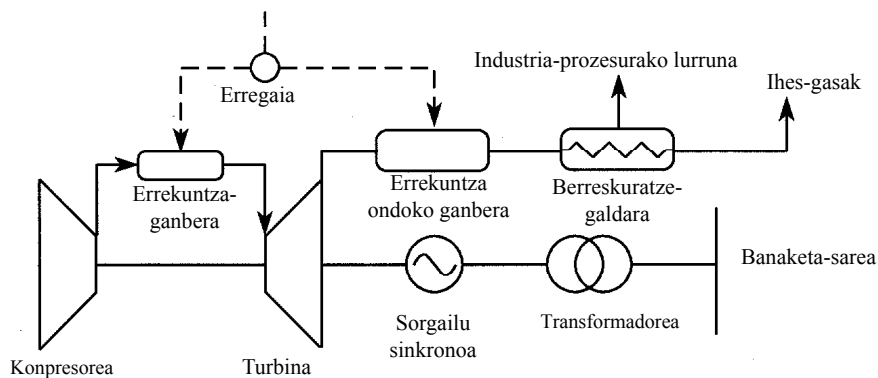


4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Baterako sorkuntza. Gasezko turbina.

• Gas-turbina

- Presio eta tenperatura-balio handiagoko lurruna behar denean, errekuntza ondoko ganbera bat erabiltzen da.
- Bero/elektrizitate-ratio handiagoak lor daitezke eta balio hori aldakorra izan daiteke instalazioaren beharren arabera.

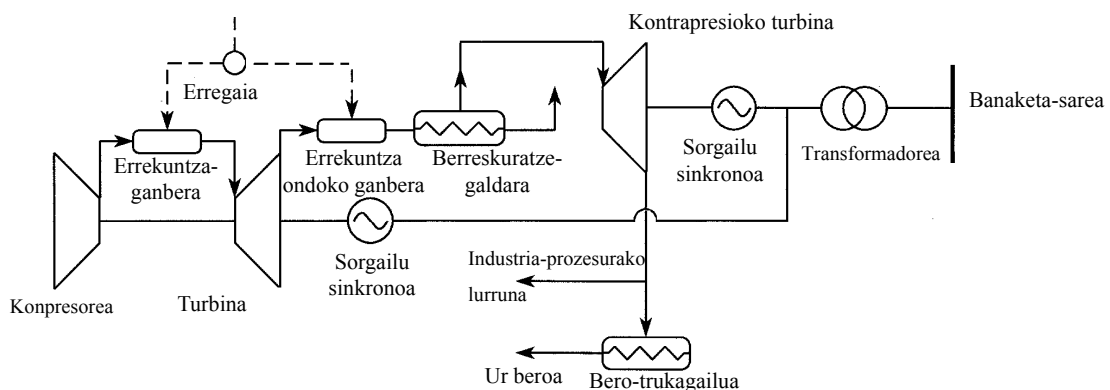


4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Baterako sorkuntza. Ziklo konbinatua.

• Ziklo konbinatua

- Errekuntza ondoko ganbera duten gas-turbinetan kontrapresioko edo kondentsazioko lurrun-turbina ipin daiteke elektrizitate gehiago sortzeko.
- Ziklo sinplearekin baino bero/elektrizitate-ratio txikiagoak.
- Instalazio konplexuak. Industria-instalazio handi baten hornikuntza integralerako edo auzo baten berokuntzarako erabiltzen denean bakarrik merezi du ipintzeak.

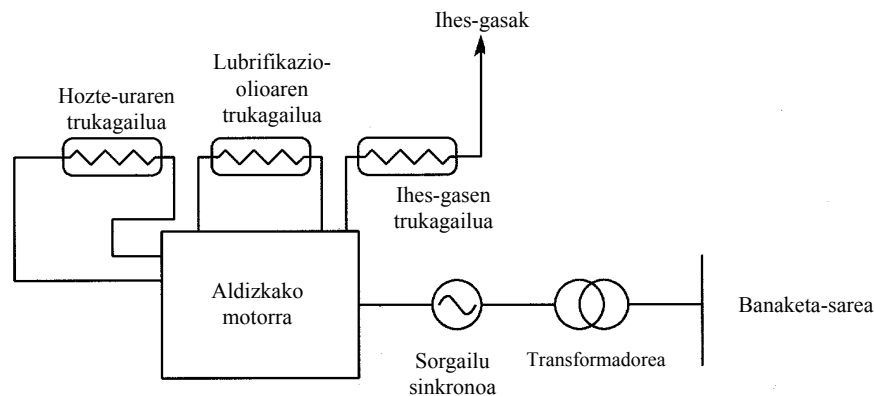


4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

Baterako sorkuntza. Barne-errekuntzako motorra.

• Barne-errekuntzako motorra

- Deseleko, biogaseko edo gas naturaleko motorrek sorgailu sinkrono bat mugitzen dute. Ihes-gasen, lubrikazio-olioaren eta hozte-uraren beroa berreskuratzeko sistemak dauzka.
- Potentzia: kW gutxi batzuetatik zenbait MW-era.
- 500 kW gaineko potentzientzat, ekonomikoa da lurruna ekoizteko berreskuratze-galdara bat ipintzea.

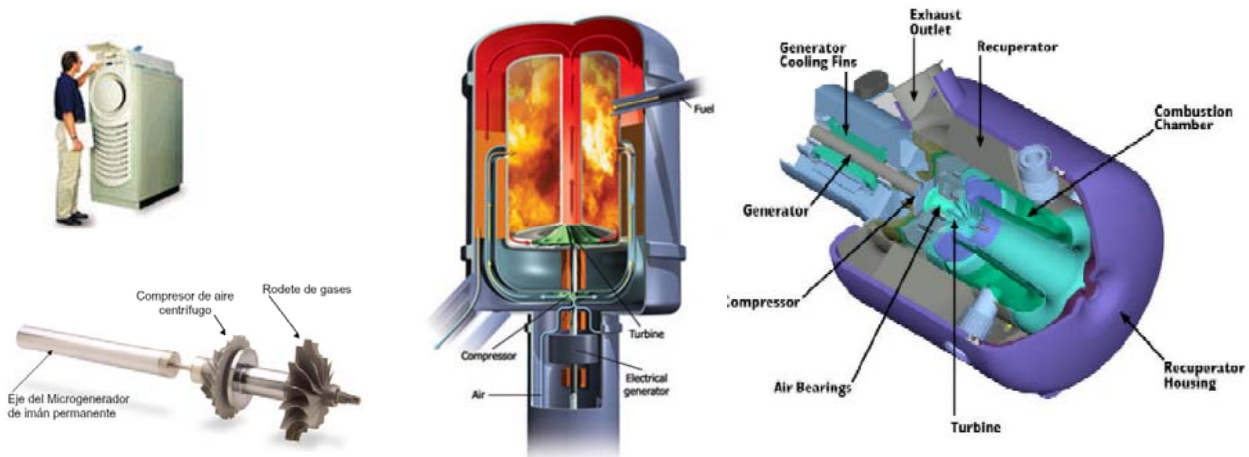


4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza

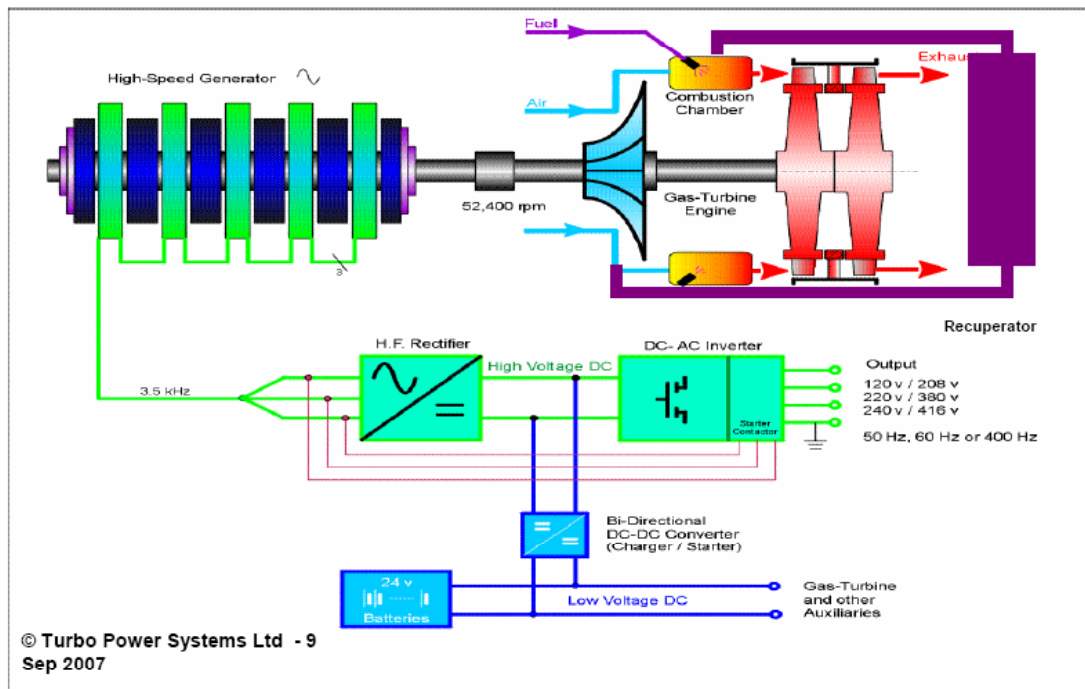
Baterako sorkuntza. Teknologia berriak.

• Mikroturbinak

- 3 kW eta 200 kW arteko gas-turbina txikiak dira. 35.000 eta 100.000 rpm arteko abiadurekin biratzen dute, eta zuzenean airearen bidez hozten dira.
- Ardatzean zuzenean akoplaturiko iman iraunkorreko sorgailu sinkrono bati eragiten diote.
- Zenbait erregai gaseoso erre daitezke aldaketa txikiekin.
- Sare elektrikorako konexioa bihurtu baten bidez egiten da.



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Baterako sorkuntza. Teknologia berriak.



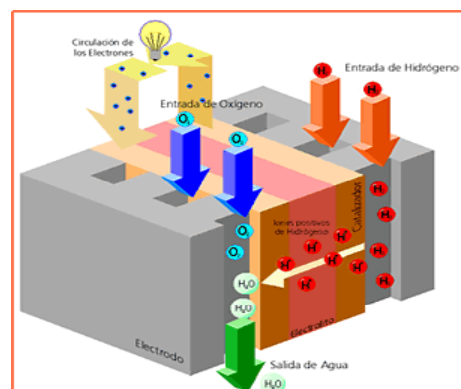
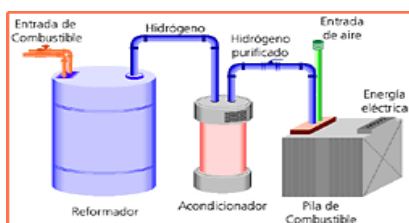
4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Baterako sorkuntza. Teknologia berriak.

• Erregai-pilak

• Elektrizitatean zuzenean energia kimikoa sortzen duten gailu estatikoak dira. Pila hidrogenoarekin eta airearekin elikatzen da, eta Elektrizitatea, ura eta beroa lortzen dira.

• Erabilitako materialen arabera, lau teknologia daude. Bakoitzak temperatura-balio desberdinekin lan egiten du:

- Azido fosforikoko pilak (PAFC): 150 – 200 °C
- Polimero-pilak (PEFC): 80 °C
- Karbonato urtuko pilak (MCFC): 650 °C
- Oxido solidoko pilak (SOFC): 700 °C



4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Erregimen berezia

- Energia berriztagarrietan eta baterako sorkuntzan oinarritzen diren instalazioak Erregimen Bereziko Sorkuntzaren barnean daude Espainiako araudian.
- Erregimen Bereziko oinarrizko araudia maiatzaren 25eko 661/2007 Errege Dekretua da. Araudi horrek ezartzen ditu instalazioek Erregimen Bereziko Sorkuntzaren barnean egoteko bete beharreko baldintzak, energia-ekoizpenaren ezaugarriak eta ordainketa-erregimena.
- Erregimen Bereziko zentralek izena emanda egon behar dute dagokien erregistroan.
- Instalaturiko potentziaren helburu batzuk zehazten dira eta hor aplikatzen da ordainketa-erregimena.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Erregimen berezia

Erregimen bereziaren barnean, honako baldintza hauek betetzen dituzten 50 MW edo gutxiagoko instalazioak daude:

a) Errendimendu energetiko handiko baterako sorkuntza edo hondar-beroa erabiltzen duena. Honako azpimultzo hauek daude:

a.1) Errendimendu energetiko handiko baterako sorkuntza:

a.1.1) Gas naturala (% 95eko energia primarioa edo % 65ekoa, gainerakoa biomasa edota biogasa bada).

a.1.2) Gasolioa, fuel-olioa edo GLP (% 95eko energia primarioa).

a.1.3) Biomasa edota biogasa (% 90eko energia primarioa).

a.1.4) Besteak.

a.2) Energia elektrikoa edota mekanikoa sortzea helburu ez duten instalazioetan sorturiko hondar-beroa.

$$REE = E / [Q - (V / \text{refH})]$$

REE: errendimendu elektriko baliokidea.

E: sorturiko energia elektrikoa.

Q: kontsumituriko energia primarioa.

V: Sorturiko bero erabilgarria.

refH: beroa aparte sortzeko prozesuaren errendimenduaren erreferentzia-balioa.

	REE
Erregai likidoa eta lurrun-galdara	49
Erregai likidoa eta motor termikoa	56
Erregai solidoak	49
Gas naturala edo GLP eta motor termikoa	55
Gas natural edo GLP eta gas-turbina	59

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Erregimen berezia

b) Energia berriztagarriak, biomasa eta bioerregaiak

b.1) Eguzkia-energia:

b.1.1) Fotovoltaikoa.

I mota. Eraikinen eta aparkalekuen teilatuetan eta aurrealdean kokaturikoak

I.1. Potentzia 20 kW edo txikiagoa.

I.2. Potentzia 20 kW baino handiagoa.

II mota. Besteak.

b.1.2) Termikoa. Laguntza-erregaiak erabil daitezke urteko ekoizpenaren % 12ren (tarifan) edo % 15aren azpitik (merkatuan).

b.2) Energia eolikoa:

b.2.1) Lurrean

b.2.2) Itsasoan

b.3) Energia geotermikoa, olatuena, mareena, harkaitz bero eta lehorrena, ozeanotermikoarena eta itsas korronteena.

b.4) 10 MW azpiko zentral hidroelektrikoak.

b.5) 10 MW eta 50 MW arteko zentral hidroelektrikoak.

b.6) Landareen biomasa.

b.6.1) Laboreak

b.6.2) Nekazaritza- eta lorategi-jardueren hondakinak.

b.6.3) Baso-jardueren hondakinak.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Erregimen berezia

b.7) Nekazaritza- eta abere-hondakinak, industria-hondakinak, ur-araztegietako hondakinak eta zabortegei kontrolatuetako hondakinak.

b.7.1) Zabortegeietako biogasa.

b.7.2) Industria hondakin biodegradagarrien biogasa, ur-araztegietako lokatzen biogasa, hiri-hondakin solidoarena, abere-hondakinena, nekazaritza-hondakinena eta beste digestio anaerobio batzuen biogasa.

b.7.3) Simaurra errekuntzarako eta erregai likidoak.

b.8) Industria-instalazioen biomasa

b.8.1) Nekazaritza-arloko industria-instalazioen biomasa.

b.8.2) Baso-arloko industria-instalazioen biomasa.

b.8.3) Paper-industriaren likore beltzak.

c) Balorazio energetikoko hondakinak:

c.1) Hiri-hondakin solidoak.

c.2) Beste hondakin batzuk.

c.3) Gutxienez erabilitako energia primarioaren % 50 ematen duten hondakinak.

c.4) Meategietako hondakinak (R.D. 2366/1994 barnekoak).

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Erregimen berezia

Erregimen bereziko ekoizleen eskubideak:

- Banaketa-/garraio-sarearekin paraleloan konektatzea.
- Ekoiztiriko guztia sisteman sartzea (teknikoki posible bada).
- Energia-salmentagatik dagokiona jasotzea.
- Ekoizpen osoa edo zati bat linea zuzenen bidez saltzea.
- Sarerako konexio lehenetasuna, zehaztutako neurrietan.

Erregimen bereziko ekoizleen betebeharrak:

- Energia baldintza tekniko egokietan ematea.
- Energia termiko erabilgarria ematen duten a) motako instalazioek salmenta-kontratu bat egin beharko dute instalazioaren bero erabilgarri guztiarekin.
- Instalazioa dagokion erregistroan erregistratzea.
- Potentzia 10 MW baino handiagoa bada, instalazioa sorkuntzaren kontrol-gune baten menpe egongo da:
 - Sistemaren operadorearekin harremanetan jartzeko bidea da.
 - Denbora errealean ematen du informazioa eta jasotzen ditu aginduak.
 - Instalazio- eta mantentze-kostuak sorkuntza-sistemak ordaintzen ditu.
 - P.O. 9 «Información intercambiada por el Operador del Sistema»
- Instalazio eolikoek P.O. 12.3 «Requisitos de respuesta frente a huecos de tensión en las instalaciones eólicas» bete behar dute.

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Erregimen berezia

Bi ordainketa mota daude:

- Energia banaketa- edo garraio-sarean sartu, arauturiko tarifa bat jasoz:
 - Talde, azpitalde eta antzinatasunaren arabera.
 - Bakarra programazioaren tarte guztietan.
 - Bi tarte (punta eta harana) kudea daitezkeen a) eta b)-koentzat.
- Energia merkatuan saldu (merkatu antolatuan edo bi aldeko kontratua). Salneurria merkatuan ateratzen dena edo adosturikoa da, prima batekin osaturik:
 - Talde, azpitalde eta antzinatasunaren arabera.
 - Aldakorra b) taldearentzat, b.1.1 eta b.3 izan ezik. Goi- eta behe-muga bat zehazten da merkatuko salneurriaren eta primaren arteko baturarentzat.
- Ekoizleek gutxienez urtebeterako izango den ordainketa mota aukera dezakete.

Osagarriak

- Eraginkortasunagatik:

$$C_{\text{eraginkortasuna}} = 1,1 \times (1/REE_{\text{min}} - 1/REE_i) \times C_{\text{mp}}$$

- a.1 motako instalazioek eskatzen den minimoa baino errendimendu hobea dutenean.

- Erreaktiboagatik:

- Potentzia-faktorea mantentzea.
- 10 MW baino gehiagoko instalazioak Sistema Operatzailearekin
- 8,7022 c€/kWh (2011)

Tipo de Factor de potencia	Factor de potencia	Bonificación %		
		Punta	Llano	Valle
Inductivo	Fp < 0,95	-4	-4	8
	0,96 > Fp ≥ 0,95	-3	0	6
	0,97 > Fp ≥ 0,96	-2	0	4
	0,98 > Fp ≥ 0,97	-1	0	2
	1,00 > Fp ≥ 0,98	0	2	0
	± 0,00	0	4	0
Capacitivo	1,00 > Fp ≥ 0,98	0	2	0
	0,98 > Fp ≥ 0,97	2	0	-1
	0,97 > Fp ≥ 0,96	4	0	-2
	0,96 > Fp ≥ 0,95	6	0	-3
	Fp < 0,95	8	-4	-4

4. gaia. Energia Berriztagarriak eta Baterako Sorkuntza Erregimen berezia

Aukeratzen den ordainketa mota edozein izanda ere, erregimen bereziko ekoizleak merkatuan parte hartu beharko du honako baldintza hauekin:

- Arauturiko tarifako instalazioak:
 - Energia merkatuan saldu beharko dute, desbideraketak kalkulatu ahal izateko. Zuzenean edo agente baten bidez.
 - Eskaintzak zerora egingo dituzte eguneko merkatuan eta, behar izanez gero, egun barneko merkatuan.
 - Ordukako neurri-ekiporik gabeko instalazioetan, onarturiko ekoizpen-profilak erabiliko dira.
 - Sistema-operadoreak desbideraketen kostuaren likidazioa egingo du. Desbideraketa aurreikusitako eta emandako ekoizpenaren arteko diferentzia da, balio absolutuan.
- Merkatuko instalazioak:
 - Energia salduko dute merkatu antolatuan, bi aldeko kontratuen bidez edota eperako merkatuan.
 - Ekoizleak edo agenteak eskaintza-unitate bat edo zenbait unitate aurkez ditzake ordezkatzan dituen instalazio multzoarentzat.
 - Sistemaren doitze-zerbitzuetan parte har dezakete:
 - Eskaintza minimoa 10 MW-ekoa izango da, banaka edo elkartuta.
 - Erregimen bereziko instalazio guztiak, kudea ezin daitezkeenak izan ezik.
 - Murrizketa tekniko delata eta, programaturiko baterako sorkuntzako instalazioak ez daude behartuta eraginkortasunaren baldintza betetzera.

ENERGIA ELEKTRIKOAREN SORKUNTZA

5. SORKUNTZAREN SARE-KONEXIOA

5.1 Zentral handiak

5.1.1 Konexioa

5.2 Zentral bateko sistema elektrikoak

5.2.1 Hari bakarreko diagrama

5.2.2 Sorgailu-sare interkonexioa

5.2.3 Laguntza-zerbitzuak

5.2.4 Tentsio ertaineko eta behe-tentsioko sistemak

5.3 Sorkuntza banatua

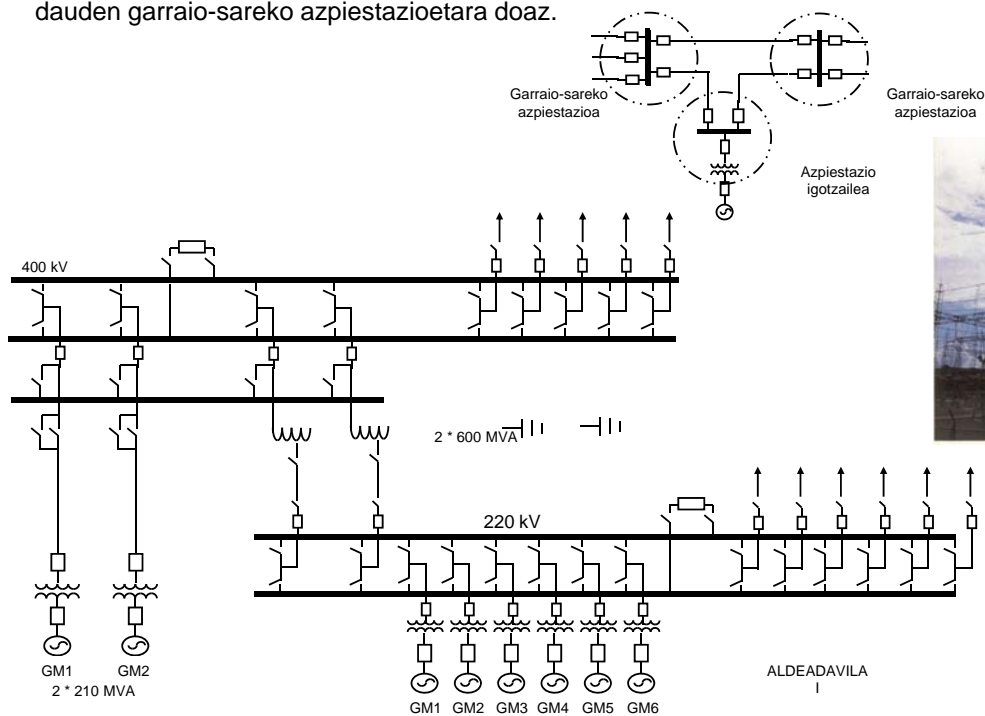
5.3.1 Sarrera

5.3.2 Problematika

5.3.3 Konexioa

5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa Zentral handiak. Konexioa.

- Zentralean bertan dagoen azpiestazio igotzaile baten bidez egiten da zentral elektrikoak eta garraio-sarearen arteko konexioa. Azpiestazio horretatik irteten diren goi-tentsioko lineak inguruan dauden garraio-sareko azpiestazioetara doaz.



Aldeadávila I eta Aldeadávila II zentral hidroelektrikoen sare-konexioa

5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa

Zentral handiak. Konexioa.

- 54/1997 Legea → Sorkuntza-zentral berrien konektatzeko askatasuna.
- Garraio-sarera konektatzeko araudia: P.O. 12.1 «Solicitud de acceso para la conexión de nuevas instalaciones a la red de transporte»:
 - Garraio-sarera instalazio berriak konektatzeko beharrezkoa den sartzeko- eta konexio-prozesuen baldintzak eta garapena zehazten ditu.
 - Garraio-sarearen operadoreari eta kudeatzaileari konexio-puntua eskatzea. Beharrezko informazioa emango zaio, konexioa egitea posible den zehazteko behar den azterketa egiteko.
 - Baimenik ez emateko arrazoi bakarra da garraio-sarearen ahalmena nahikoa ez izatea.
 - Sarearen ahalmena nahikoa den ala ez erabakitzeke horniketaren segurtasuna, erregulartasuna eta kalitatea hartzen dira kontuan.
 - Garraio-sarearen ahalmena puntu batean:
 - ◆ Kontsumorako: puntu horretan gehitu daitekeen karga maximoa, sistemaren segurtasun- eta funtzionamendu-irizpideen arabera zehazturiko horniketa-bermearen arabera.
 - ◆ Sorkuntzarako: puntu horretan injekta daitekeen aldiuneko ekoizpen maximoa.
 - Kontsumitzaile berriak sartzeko murrizturik gera daiteke dauden kontsumitzaileen horniketa-bermea mantentzeko. Sistemaren garapenean oinarritzen da murrizketaren soluzioa.
 - Sarearen ahalmenaren erreserba ezagatik egiten zaio uko ekoizleak sartzeari.

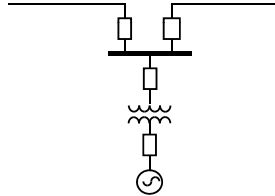
5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa

Zentral handiak. Konexioa.

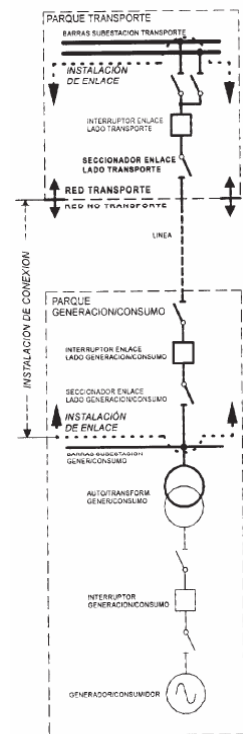
- Instalazioaren diseinua:
 - «Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias»
 - P.O. 12.2 «Instalaciones conectadas a la red de transporte: requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio»
- Zentral elektrikoak konektaturik dauden garraio-sarearen tentsioan eta maiztasun-kontrollean parte hartu behar dute (tentsioaren kontrol-sistemaren eta sorkuntza-eskariaren desorekak).
- Sistema-operadoreak kudeaturiko sarearen muga-puntuetan bete beharreko baldintzak P.O. 1.4-an zehazten dira («Condiciones de entrega de la energía en los puntos frontera de la red gestionada por el operador del sistema») :
 - 400 kV-eko barratan, tentsioa 390 kV eta 420 kV artean egon behar da operazio-baldintza normaletan. Egoera berezietan, 375 kV eta 435 kV artean.
 - 220 kV-eko barratan, tentsioa 205 kV eta 245 kV artean egon behar da operazio-baldintza normaletan. Egoera berezietan, 200 kV arte jaits daiteke.
 - Maiztasuna 49,85 eta 50,15 artean mantendu behar da operazio-baldintza normaletan.

5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa Zentral handiak. Konexioa.

- Bi eratarra egin daiteke sorkuntza berriaren konexioa sarean (aukera bat ala bestea hartzea araudian ezarritako garraio-sarearen garapen-irizpideen arabera izango da):
 - Badagoen edo planifikaturik dagoen azpiestazio bat aldatzea edota handitzea.
 - Badagoen edo planifikaturik dagoen linea bat zatitzea, sarrera eta irteera eginez azpiestazio berri batean.



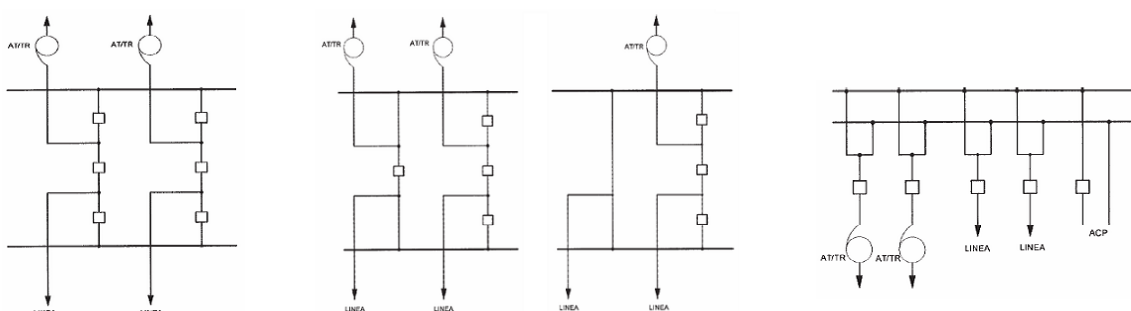
- Jarduerak banantzearen lege-printzipioa jarraitzeko, etengailuak jarri behar dira garraio-sarearekiko lotura-instalazioaren bi muturretan (sarearen alde eta bertara konektaturiko instalazioaren alde), nahiz eta instalazio berria eta garraiokoa gertu egon. Sorkuntzarako, aukera egokiena sorkuntza-etengailua gotea da.
- Transformadore igotzailea sarearen aldean izarrean konektatuko da, lurrera zuzenean duen neutroarekin eta triangeluan sorkuntzaren aldean.
- Garraio-instalazioen ekipoek bete beharreko ezaugarriak, bai badauden azpiestazioak aldatzeko baita instalazio berrientzat ere, hemen daude: P.O. 13.3 «Instalaciones de la red de transporte: criterios de diseño, requisitos mínimos y comprobación del equipamiento y puesta en servicio».



Loturako instalazioa transformaziorik gabe

5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa Zentral handiak. Konexioa.

- Lehenetsuna duten konfigurazioak garraio-azpiestazio berrientzat:
 - 400 kV: etengailu eta erdi, eraztun aldagarria.
 - 220 kV: etengailu eta erdi, eraztun aldagarria, barra bikoitza akoplamenduarekin.
- Etengailu eta erdi:
 - Lau sarrera edo irteera baino gehiago behar direnean (400 kV), bost baino gehiago (220 kV) edota tentsio-maila edozein izanda ere, azpiestazio berriaren kritikotasunak fidagarritasun handiko eskema eskatzen duenean.
- Gara daitekeen eraztuna:
 - Hasiera batean lau sarrera edo irteera baino gehiago behar ez direnean.
 - Kasurik arruntena: garraio-linea bat etetea sorkuntza-/kontsumo-instalazio bat konektatzeko; bi sarrera edo irteera behar dira, bat edo bi transformadore(ar)entzat.
 - Hiru sarrera/irteera bakarrik behar direnean, erdiko etengailurik gabe joan daiteke.
- Barra bikoitza akoplamenduarekin
 - 220 kV-eko azpiestazio berriak, baldin eta epe luzera bost sarrera/irteera edo gutxiago espero badira. Gainera, barren akoplamendu-posizio bat egongo da.
 - Garraio-sarea gurutzatzen duten azpiestazioen posizio kopurua bost baino gehiago denean.



5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa Zentral handiak. Konexioa.

Azpiestazioen ekipamendua: etengailu eta erdi

Aparamenta por diámetro de tres posiciones:

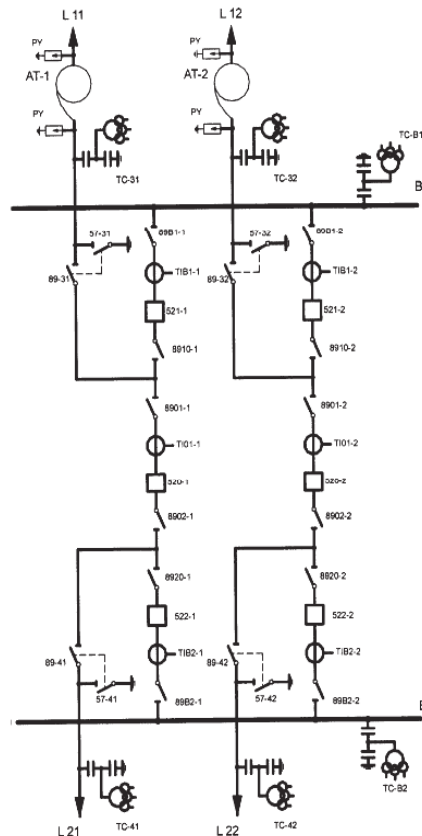
Interruptores (521, 520, 522).
Transformadores de intensidad (TIB1, TI01, TIB2).
Seccionadores de barras (89B1, 89B2).
Seccionadores de calle (8910, 8901, 8902, 8920).
Seccionadores salida posición (89-3+57-3, 89-4+57-4).
Transformadores de tensión (TC-3, TC-4).
Pararrayos (PY) (si proceden).

Aparamenta por diámetro de dos posiciones (designación orientativa para entrada/salida lateral barras 1):

Interruptores (521, 520).
Transformadores de intensidad (TIB1, TI01).
Seccionadores de barras (89B1, 89B2).
Seccionadores de calle (mínimos 8910, 8901, 8902).
Seccionadores salida posición (89-3+57-3).
Transformadores de tensión (TC-3).
Pararrayos (PY) (si proceden).

Aparamenta por barras:

Transformadores de tensión (TC-B1, TC-B2) (mínimo una fase).



5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa Zentral handiak. Konexioa.

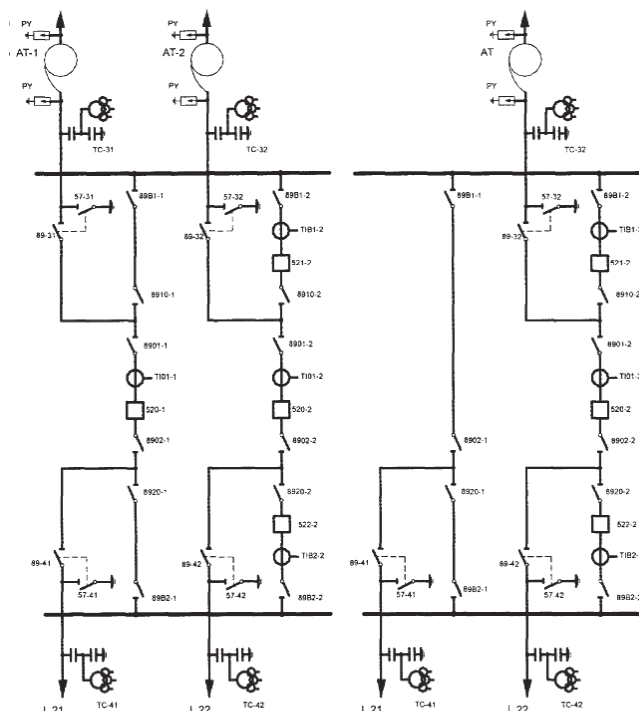
Azpiestazioen ekipamendua: eraztun aldagarria

Aparamenta diámetro de tres posiciones de interruptor:

Interruptores (521, 520, 522).
Transformadores de intensidad (TIB1, TI01, TIB2).
Seccionadores de barras (89B1, 89B2).
Seccionadores de calle (8910, 8901, 8902, 8920).
Seccionadores salida posición (89-3+57-3, 89-4+57-4).
Transformadores de tensión (TC-3, TC-4).
Pararrayos (PY) (si proceden).

Aparamenta diámetro de una posición de interruptor:

Interruptor (520).
Transformadores de intensidad (TI01).
Seccionadores de barras (89B1, 89B2).
Seccionadores de calle (8910, 8901, 8902, 8920).
Seccionadores salida posición (89-3+57-3, 89-4+57-4).
Transformadores de tensión (TC-3, TC-4).
Pararrayos (PY) (si proceden).



5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa

Zentral handiak. Konexioa.

Azpiestazioen ekipamendua: barra bikoitza akoplamenduarekin

Aparameta por calle:

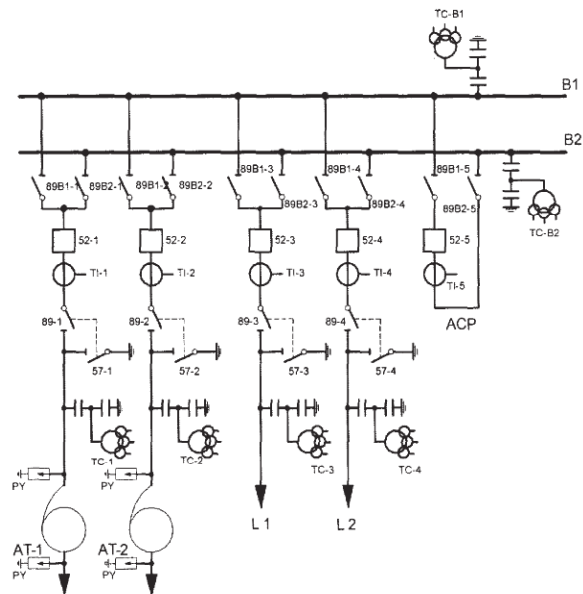
Interrupitor (52).
 Transformador de intensidad (TI).
 Seccionadores de barras (89B1, 89B2).
 Seccionador salida posición (89+57).
 Transformador de tensión (TC).

Aparameta posición acoplamiento:

Interrupitor (52).
 Transformadores de intensidad (TI).
 Seccionadores de barras (89B1, 89B2).

Aparameta de barras:

Transformadores de tensión (TCB1, TCB2) (mínimo una fase)



5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa:

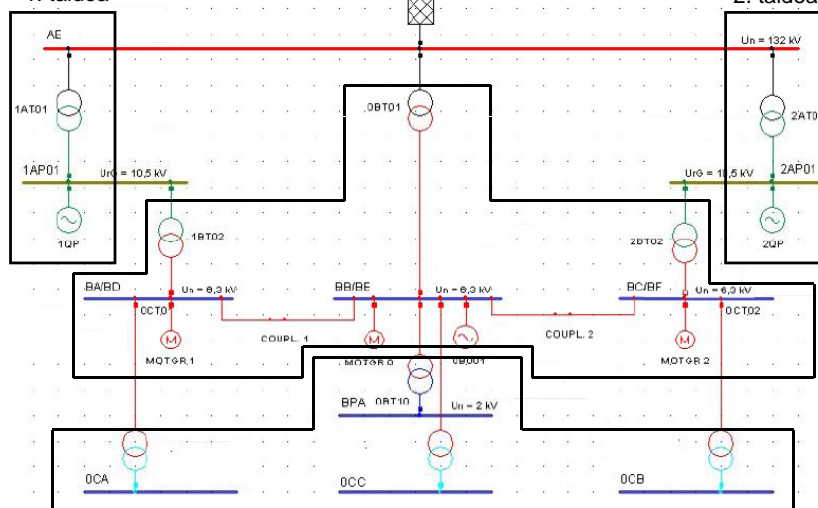
Sistema elektrikoak. Hari bakarreko diagrama.

■ Zentral bateko sistema elektrikoaren funtzioak:

- Sorgailua eta sarea interkonektatu, sorturiko energia elektrikoaren eman ahal izateko.
- Ekoizpen-prozesuan beharrezkoak diren sistema elektrikoaren horniketa.

Sorgailu-sare interkonekzioa
1. taldea

Sorgailu-sare interkonekzioa
2. taldea



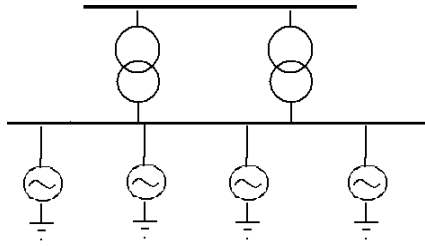
Tentsio ertaineko sistemak
Laguntza-zerbitzuen
horniketa

Behetentsioko sistemak
Laguntza-zerbitzuen horniketa

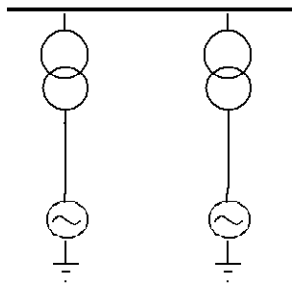
5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa

Sistema elektrikoak. Sorgailu-sare interkonexioa.

- Bi modu daude sorgailua sarera konektatzeko:
 - Barra kolektorera konexioa: sorgailu baten borneetan gertatutako zirkuitulaburrak beste sorgailuetan eragiten du zuzenean.



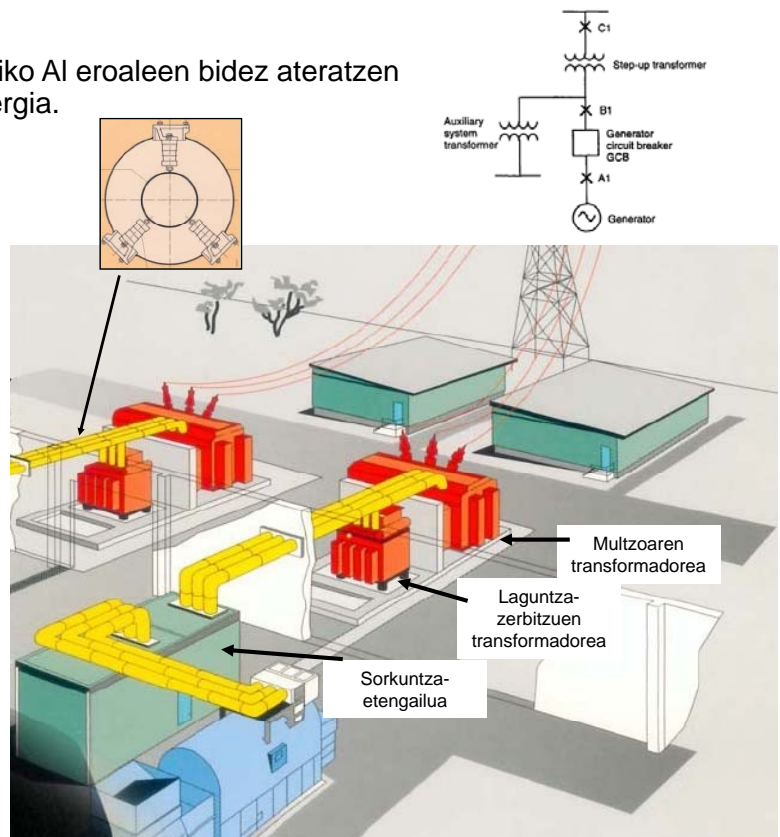
- «Bloke» edo «multzo» konexioa: multzoek modu independentean lan egin dezakete; gaur egun, erabiliena



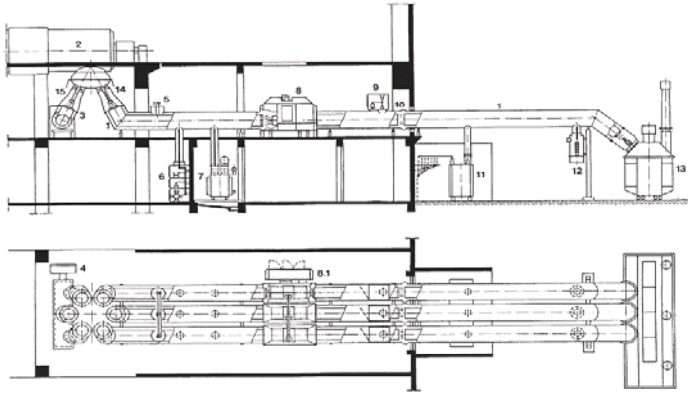
5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa

Sistema elektrikoak. Sorgailu-sare interkonexioa.

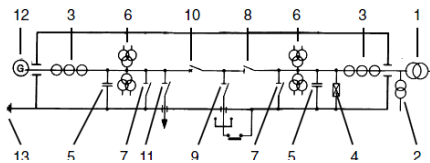
- Sistema elektrikoaren osagaiak:
 - Sorkuntza-barra: airean isolaturiko Al eroaleen bidez ateratzen da zentral handietan sorturiko energia.
 - Sorkuntza-etengailua
 - Potentzia-transformadorea
 - Trifasikoa edo 3 monofasikoen multzoa
 - Olio-isolamendua
 - Laguntza-zerbitzuen transformadorea
 - Trifasikoa
 - Olio-isolamendua edo lehorra



5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa Sistema elektrikoak. Sorgailu-sare interkonexioa.



1 High-current bus duct, 2 Generator, 3 Generator neutral point, 4 Neutral earthing cubicle, 5 Short-circuiting facility (temporary), 6 Voltage transformer cubicle, 7 Excitation transformer, 8 Generator circuit-breaker, HEC type with 8.1 control cubicle, 9 Voltage and capacitor cubicle, 10 Expansion joint, 11 Station auxiliary transformer, Main transformer, 14 Current transformer / feeder side, 15 Current transformer/neutral side



Single-line diagram of a generator circuit-breaker system
1 Main transformer, 2 Station services transformer, 3 Current transformer, 4 Surge arrester, 5 Protection capacitor, 6 Voltage transformer with 1 or 2 secondary windings, 7 Earthing switch, motor-actuated, 8 Series disconnector, motor-actuated, 9 Short-circuit connection with clip for earth connection, 10 Circuit-breaker, 11 Starting circuit-switch, motor-actuated, 12 Generator, 13 Earth



5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa Sistema elektrikoak. Laguntza-zerbitzuak.

- Zentralaren sistema elektrikoak laguntza-zerbitzuak elikatzen ditu. Zenbait tentsio-mailatan bananduta dago, bertara konektaturiko ekipoen potentziaren arabera.
- Beharrezkoak dira:
 - Sorgailuaren funtzionamendu egokirako (sorgailuaren laguntza).
 - Prozesuaren funtzionamendu egokirako (zentralaren laguntza).
- Sorgailuaren laguntza-sistemak:
 - Kitzikapen-sistema: errotoreak behar duen korrante zuzena ematen du.
 - Babes-sistema: sorgailua eta multzoa (sorgailu+transformadore) babesten ditu hutsegiteen aurrean eta funtzionamendu-egoera ezohikoetan.
 - Sinkronizazio-sistema: sorgailua sarearekin sinkronizatzea ahalbidetzen du.
 - Neurketa- eta kontaktze-sistemak: sareari emandako energia zehazteko (0,2 klase aktiboa eta erreaktiboa).
 - Abio-sistema estatikoa: ziklo konbinatuko sistemetan gas-turbina abiarazteko.
- Zentralaren laguntza-sistemak:
 - Tentsio ertaineko korrante alternoko sistemak eragingailuentzat (motorrak eta maiztasun-bihurgailuak).
 - Tentsio ertaineko eta behe-tentsioko korrante alternoko sistemak eragingailuentzat, indarrarentzat eta argiarentzat.
 - Korrante alternoko eta korrante zuzeneko sistemak kontrolerako, neurketarako eta babeserako.

5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa Sistema elektrikoak. Laguntza-zerbitzuak.

- Laguntza-zerbitzuen potentzia eta kontsumoa zentral motaren arabera da. Balio tipikoak:

Zentral mota	Potentzia (zentralaren potentzia izendatuaren %)
Hidroelektrikoak	0,5 – 1,5
Termiko arruntak	4 – 8
Termiko nuklearrak	4 – 6

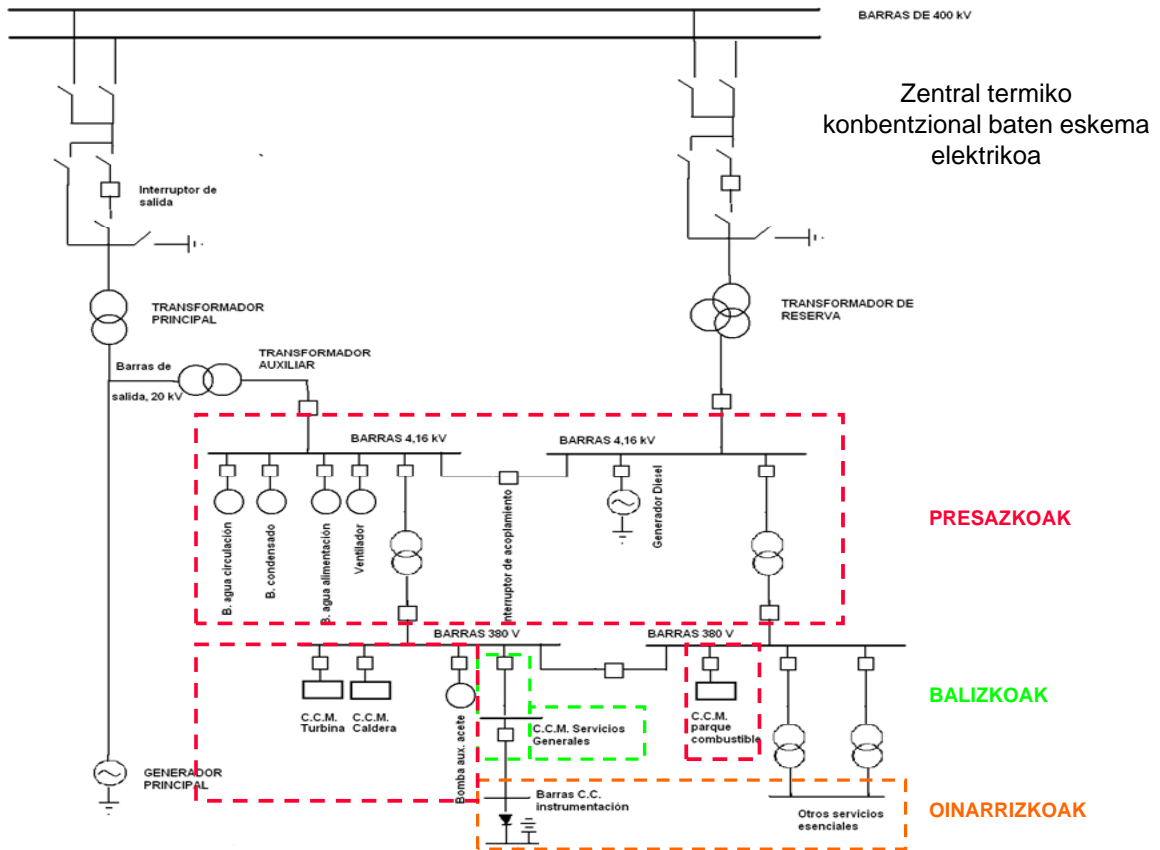
- Prozesurako daukan garrantziaren arabera:
 - Oinarrizkoak: horniketak gabe geratuz gero, ekipamenduan edo bizitzetan kalte garrantzitsuak eragin ditzaketenak.
 - Normalak:
 - Presazkoak: horniketak gabe geratuz gero, zentralaren irteera-potentiaren murrizketa eragiten dutenak.
 - Balizkoak: ez segurtasunean eta ez zentralaren ekoizpenean eraginik ez duten ekipamenduak.
- Laguntza-zerbitzuen horniketa zentral motaren eta bere konfigurazioaren arabera da:
 - Ziklo konbinatuko zentral termikoak: zentral termiko konbentzionaletan baino laguntza-zerbitzu gutxiago (errota, haizagailua, eta abar gutxiago).
 - Zentral nuklearrak: laguntza-zerbitzuen elikadura zenbait lineatan banantzen da, potentzia beharrak handiak direlako. Larrialdiko elikadura-sistemak bikoiztu egiten dira.

5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa Sistema elektrikoak. Laguntza-zerbitzuak.

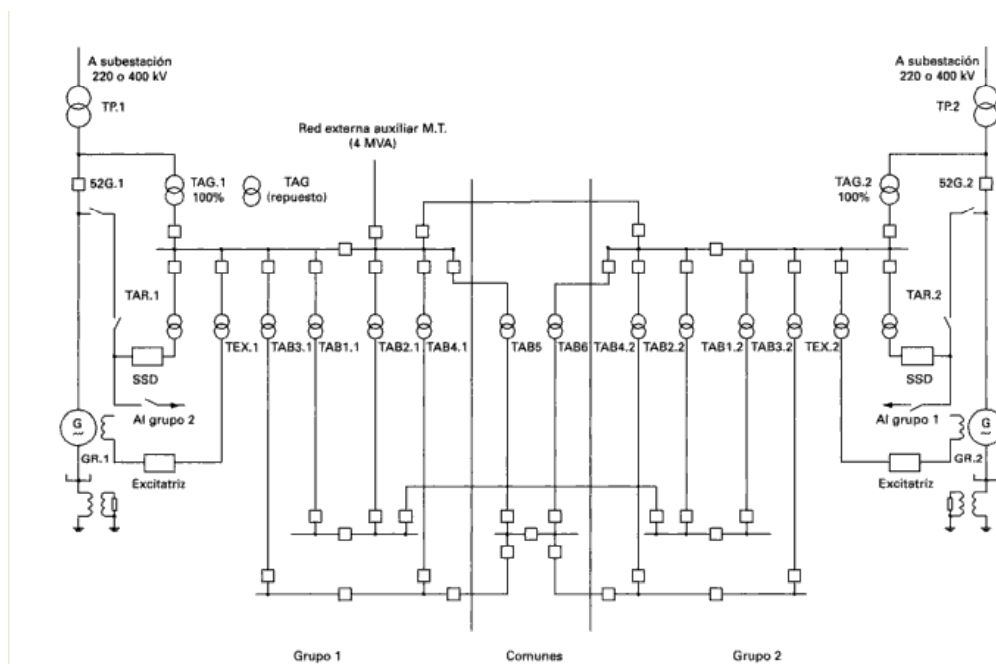
- Laguntza-zerbitzuen horniketa:
 - Egoera normala: laguntza-zerbitzuen transformadoreen bidez.
 - Larrialdiko egoera: abiatzean, gelditzean edo matxura bat gertatzen denean.
 - **Erreserba- edo abio-transformadorea**. Transformadore honek laguntza-zerbitzuen laguntza-transformadorearen potentzia berdina dauka. Horrela, laguntza-transformadoreak kale egiten badu, barren akoplamendua itxiz, zentralak abio-transformadoretik elikatuz lan egin dezake.
 - **Tentsio ertaineko kanpoko laguntza-sarea**. Irteera-linea edo azpiestazioa aztertu behar direnean, laguntza-zerbitzu nagusiak elikatuko ditu.
 - **Larrialdiko elikadura-sistemak**
 - Diesel sorgailuak
 - UPS sistemak



5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa Sistema elektrikoak. Laguntza-zerbitzuak.



5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa Sistema elektrikoak. Laguntza-zerbitzuak.

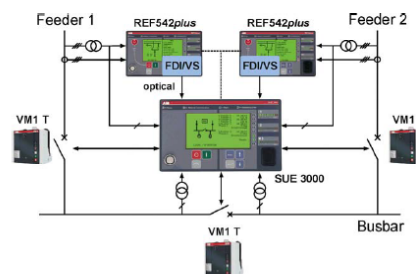


400 MW-eko ardatz bakarreko bi multzo dituen ziklo konbinatuko zentral termiko baten eskema elektrikoa.

5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa

Sistema elektrikoak. Tentsio ertaineko eta behe-tentsioko sistemak

- Zentralaren laguntza-zerbitzuak hornitzeko beharrezkoak diren laguntza-sistemak:
 - Tentsio ertaineko sistema:
 - Karga handiak hornitzen ditu (tentsio ertaineko motorrak, maiztasun-bihurgailuak, TE/BT transformadoreak).
 - Larrialdiko energia-sorkuntza sistemak bertan konektatzen dira (diesel-sorgailua).
 - Zatiketa anizkoitzeko barra duen eskema erabiltzen da eta barren artean transferentzia automatikoa erabiltzen da. Airean edo SF₆-an isolaturiko gelaxkak erabiltzen dira.
 - Behe-tentsioko sistema:
 - Karga txikiak hornitzen ditu (behe-tentsioko motorrak, maiztasun-bihurgailuak, argia, indarra, korrante zuzeneko sistemen iturriak).
 - Zatiketa anizkoitzeko barra duen eskema erabiltzen da eta barren artean transferentzia automatikoa erabiltzen da. Airean isolaturiko kabinak erabiltzen dira



5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa

Sorkuntza banatua. Sarrera.

- Ez dago definiziorik, baina zenbait ezaugarri aipa daitezke:
 - Ez dago modu zentralizatuan planifikaturik (*utility* batengatik).
 - Operazioa ez da modu zentralizatuan egiten.
 - Potentzia 50 MW – 100 MW baino txikiagoa.
 - Banaketa-sareari konektaturik.
- Energia berriztagarriak eta baterako sorkuntzak osatzen dute. Potentzia txikiko zentralak dira. Geografian zehar banaturik daude. Horregatik, banaketa-sareari konektatzen dira. Sorturiko energia energia primarioaren baliabideen funtzioan dago.
- Espainiako legedian, Sorkuntzaren Erregimen Bereziaren barnean dago banaturiko sorkuntza (R.D. 661/2007).

5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa

Sorkuntza banatua. Sarrera.

■ Gaur egun:

■ Soilik energia ekoizten dute.

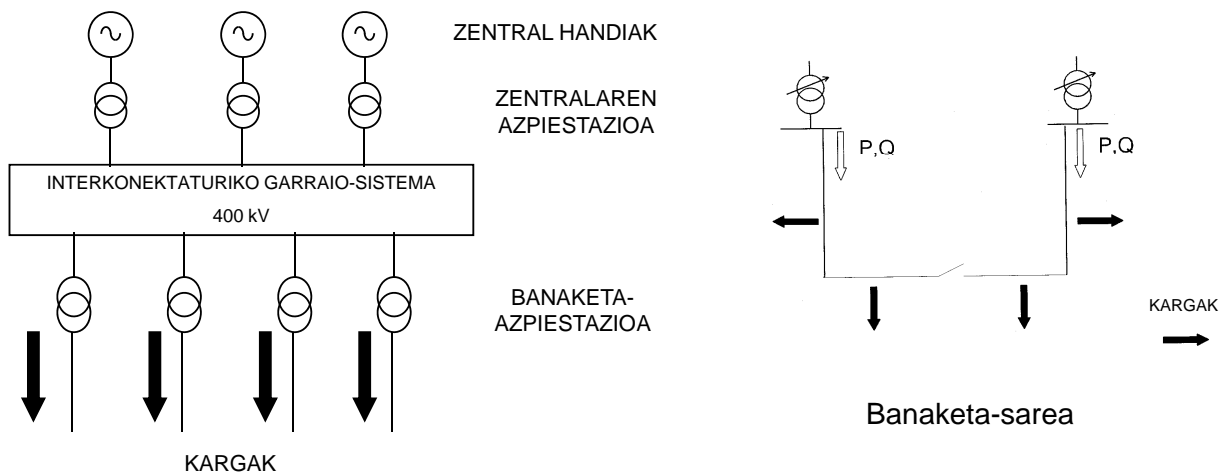
■ Ez dira potentzia-iturritzat hartzen, ez baitute beste zerbitzurik betetzen (maiztasun-kontrola, tentsio-kontrola, energia-erreserba, sarearen fidagarritasuna, etab.). Garraio-sarera konektaturiko parke eoliko handiek zerbitzu horietako batzuk eman behar dituzte.

■ Etorkizunean, sisteman daukan partaidetza handiagotzean (eolikoa, mikroturbinak, stirling motorrak, sistema fotovoltaikoak...) eta kontrol-teknikak hobetzean, banaturiko sorkuntza potentzia-iturri izatera pasatuko da. Honek aldaketa handiak ekarriko ditu banaketa-sarearen eta, ondorioz, potentzia-sistema elektriko osoaren diseinuan eta operazioan.

5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa

Sorkuntza banatua. Problematika.

■ Egungo potentzia-sistema elektrikoaren diseinua eta operazioa:



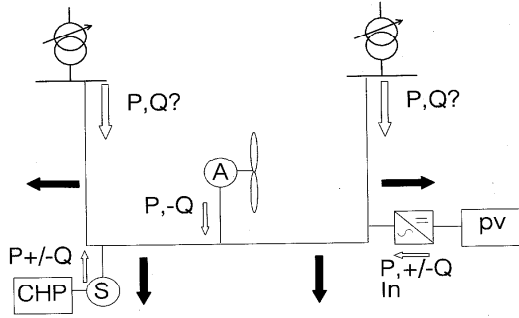
Potentzia-sistema elektrikoaren diseinua

■ Potentzia aktiboa (P) eta erreaktiboa (Q) goi-tentsiotik behe-tentsiora doa, hots, sorgailuetatik kontsumitzaileengana. Sistema erradiala da.

5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa

Sorkuntza banatua. Problematika.

■ Banaturiko sorkuntza askoko potentzia-sistema elektrikoa:



Potentzia-fluxuak alderantzikatu egiten dira. Banaketa-sarea pasibo izatetik (kargak bakarrik) aktibo izatera pasatzen da. P eta Q-ren fluxuak eta tentsioak kargan eta banaturiko sorkuntzaren funtzioan daude.

Haran-orduetan hartzen du garrantzi handiena.

Horrek ondorio tekniko eta ekonomikoak dakartza sistema elektrikoarentzat. Izan ere, bere diseinuan ez zen kontuan hartu funtzionamendu-egoera berri hau, eta sistema modu erradialean operatzen da, linea-burutik (azpiestazioaren irteera) kontsumitzaileengana.

Erregimen bereziko instalazio batek konektatzean izan dezakeen potentzia maximoa arauturik dago.

- Lineak: lineara konektaturiko instalazioaren potentzia osoak ez du gaindituko linearen konexio-puntuak daukan ahalmenaren % 50.
- Azpiestazioak eta transformaziorik gabekoak: azpiestazio edo transformaziorik gabeko bati konektaturiko instalazioaren potentzia osoak ez du gaindituko tentsio-maila horretan dagoen transformazio-ahalmenaren % 50.

5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa

Sorkuntza banatua. Konexioa.

Sarera sartzea eta konektatzea, eta erregimen bereziaren operazio-baldintzak honako dekretu hauetan daude emanda:

- 1955/2000 Errege Dekretua.
- 1663/2000 Errege Dekretua, behe-tentsioko fotovoltaikoarentzat.

Arau tekniko berriak ez dauden bitartean, aipaturiko dekretuak jarraituko dira eta honako baldintza partikular hauek ere bai:

- Multzoak ez badaude sarearekin paraleloan, konmutazio-sistema bat beharko da ziurtatzeko sorgailuak ez direla sarera konektaturik geratuko.
- Sarearekin paraleloan dauden multzoek sorgailu sinkronoak edo asinkronoak erabil ditzakete. Beharrezkoa denean, konexioa moztu beharko dute sistema operadoreak horrela eskatzen badu.
- Interkonexioaren potentzia maximoari dagokionez, honako irizpide hauek jarraituko dira:
 - Lineara konexioa: potentzia osoak ez du gaindituko konexio-puntuan lineak daukan diseinuko muga termikoaren % 50.
 - Azpiestazio eta transformaziorik gabeko konexioa: potentzia osoak ez du gaindituko tentsio-maila horretan instalaturiko transformazio-ahalmenaren % 50.
 - Kudeaezina den sorkuntza (b.1, b.2, b.3 ur-lasterreko b.4 eta b.5): potentzia osoak ez du gaindituko konexio-puntuaren zirkuitulabur potentziaren 1/20.

5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa

Sorkuntza banatua. Konexioa.

- Segurtasuna eta horniketa-kalitatea bermatzen diren heinean, erregimen bereziko sorkuntzak lehentasuna izango du erregimen arruntarekiko, bai energia ateratzeko bai konexiorako, baldin eta konexio-puntuaren ahalmena mugatua bada. Berriztagarrietan oinarritzen direnek lehentasuna dute erregimen bereziaren barruan.
- Banaketa-sarera konektaturiko 10 MW baino gehiagoko instalazioek sistema operadorearen onarpena beharko dute garraio-sarearen ikuspegitik.
- Ahal bada, zenbait instalaziok batera erabiliko dute irteera-azpiegitura. Garraio-sarerako konexioan, Korapiloko Interlokutore Bakarraren bidez egingo dira sartze- eta konexio-prozedura eta operazioa.
- Interkonexio-kostuak sorkuntza-instalazioaren jabeak ordainduko ditu. Sarean aldaketak egin behar badira, horiek ere sorkuntza-instalazioaren jabeak ordainduko ditu berak bakarrik erabiliko badu. Zenbait instalaziok erabiliko badute, kostua banatu egingo da.
- Sareko etengailu automatikoa zabaltzen denerako, sorgailuak sistemaren bat beharko du zentrala saretik deskonektatuko dela ziurtatzeko. Hori sortzailearen eta sareko jabearen artean adostu beharko da, kontuan hartuz birkonexio automatikoko gailuekin beharrezkoa den koordinazioa.
- Sorgailuaren maiztasun-babesa koordinaturik egongo da kargak kentzeko eta sorgailuak desakoplatzeko sistemarekin:
 - Maiztasun minimoa: 48 Hz 3 s-ko tenporizazio minimoarekin.
 - Maiztasun maximoa : 51 Hz tenporizazioa operazio-prozeduraren arabera.

5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa

Sorkuntza banatua. Konexioa.

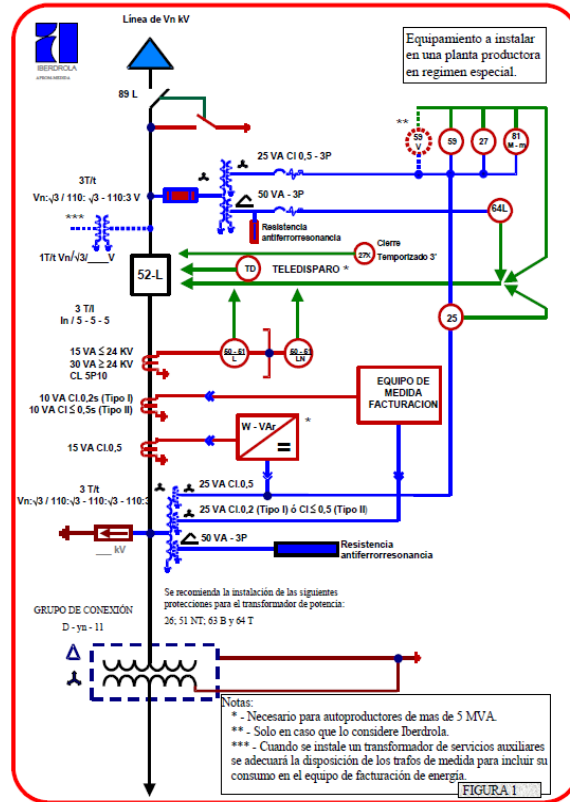
5/9/1985 Ministro-agindua: 5000 kVA arteko zentral hidroelektrikoak eta autosorkuntzako zentralak sarean lan egiteko eta sarera konektatzeko arau administratibo eta teknikoak ematen dira.

•Gaurko araudiak erregimen berezi osora zabaldu du bere baliozkotasuna, behe tentsioko 100 kVA arteko fotovoltaikoa izan ezik, arau tekniko berriak agertzen diren arte.

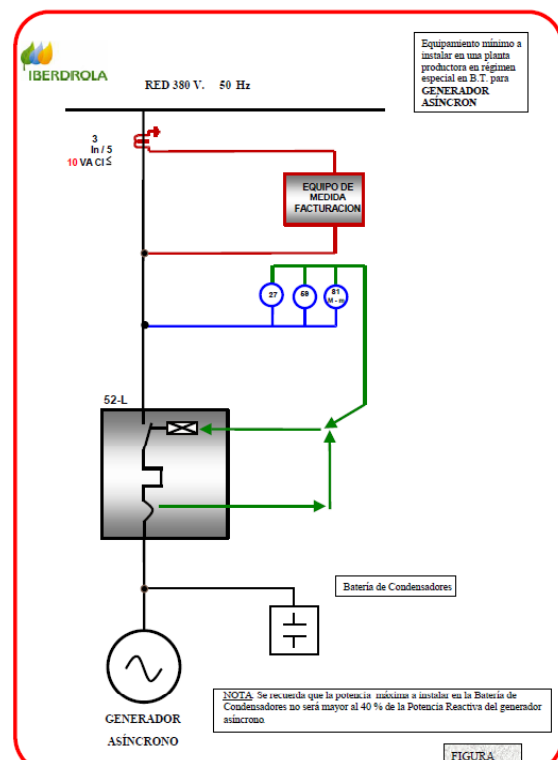
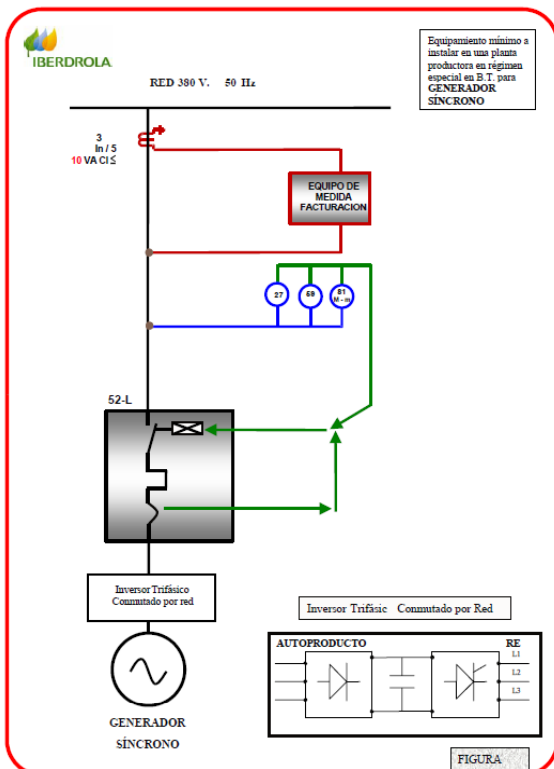
•Baldintza orokorrak:

- Instalazioak ez du eraginik izango sarearen operazio- eta segurtasun-baldintzetan. Konpainiako langileek ezin izango dute lan-egoera arriskutsuetan egon instalazioaren eraginez.
- Sorturiko tentsioa sinusoidala izango da.
- Funtzionamendu- eta konexio-baldintzak sorgailuen potentziaren eta ezaugarrien arabera zehaztuko dira.
- Banaketa-sarea deskonektatzen bada, sorgailuak ezingo du tentsioa mantendu linean. Ahal bada, teledeskonexio-sistema bat jarriko da konpainia elektrikoaren azpiestazio edo transformazio-gunetik.
- Birkonexio automatikoa duten sareetan behar diren gailuak jarriko dira zentrala berriro ez konektatzeko, birkonexioa behin betikoa izan arte.
- Enpresa elektrikoek periodikoki, edo akats baten ondoren, aztertu ahal izango dute babes eta konexio gailuen erregulazio- eta mantentze-egoera.

5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa Sorkuntza banatua. Konexioa.



5. gaia. Sorkuntzaren sare-konexioa Sorkuntza banatua. Konexioa.



ENERGIA ELEKTRIKOAREN SORKUNTZA

6. GAIA. SORGAILU TRIFASIKOAK

- 6.1 Sorgailu sinkronoak
 - 6.1.1 Sarrera
 - 6.1.2 Egitura
 - 6.1.3 Kitzikapen-sistemak
 - 6.1.4 Funtzionamendu-printzipioa
 - 6.1.5 Sinkronizazioa
 - 6.1.6 Erregulazioa
 - 6.1.7 Konpentsadore sinkronoa
 - 6.1.8 Funtzionamendu-mugak
- 6.2 Iman iraunkorreko sorgailu sinkronoa
- 6.3 Sorgailu asinkronoak
 - 6.3.1 Sarrera
 - 6.3.2 Egitura
 - 6.3.3 Funtzionamendu-printzipioa
- 6.4 Elikadura bikoitzeko sorgailu asinkronoak

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Sarrera.

- **Energia elektrikoaren iturri nagusia: zentral termikoak, nuklearrak eta hidroelektrikoak**

$$n = \frac{60f}{p}$$

n: biraketa-abiadura (rpm)
f: maiztasun elektrikoa (50 Hz)
p: polo-parea

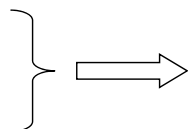
- **Abiadura**

- Zentral termiko eta nuklearrak: abiadura handiak (turbosorgailuak)
 - Ohiko termikoak: 3000 rpm p=1
 - Nuklearrak PWR: 3000 rpm p=1
 - Nuklearrak BWR: 1500 rpm p=2
- Zentral hidroelektrikoak: abiadura txikiak
 - Pelton turbinak: 750 rpm, 375 rpm p=4, p=8
 - Francis turbinak: 150 rpm p=20
 - Kaplan turbinak: 100 rpm p=30

- **Makina sinkronoa sorgailu gisa**

Momentu eragilea
errotorean

Korronte zuzeneko
kitzikapen-korrontea
errotoreko harilean



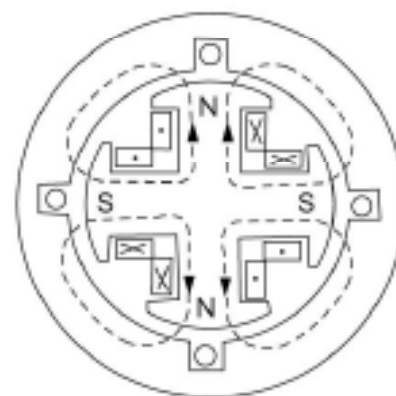
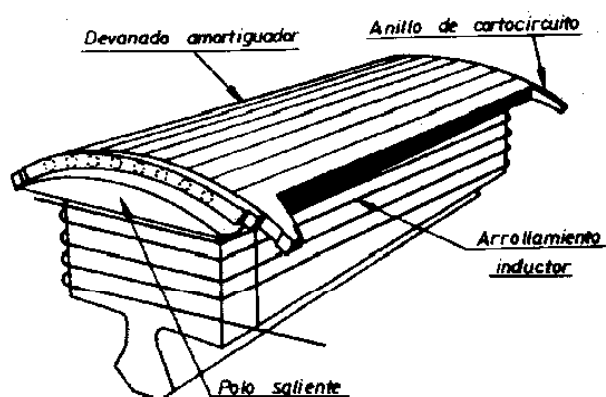
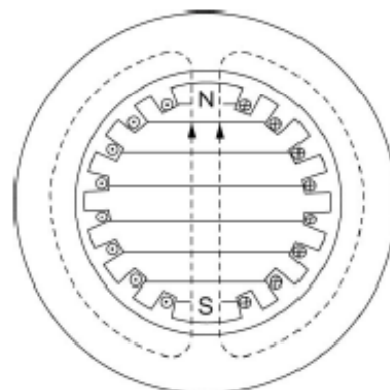
Korronte alternoko tentsioa
estatoreko harilean

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Egitura.

➤ Errotorea

- Induktorea
- Korrante zuzena
- Turbosorgailuak: errotore zilindrikoa
 - Diametro txikia: <1,2 m
 - Indar zentrifugo handiak (200 m/s)
- Sorgailu hidraulikoak: polo irteneko errotorea
 - Diametro handiagoa: 20 m arte
 - Haril indargetzailea

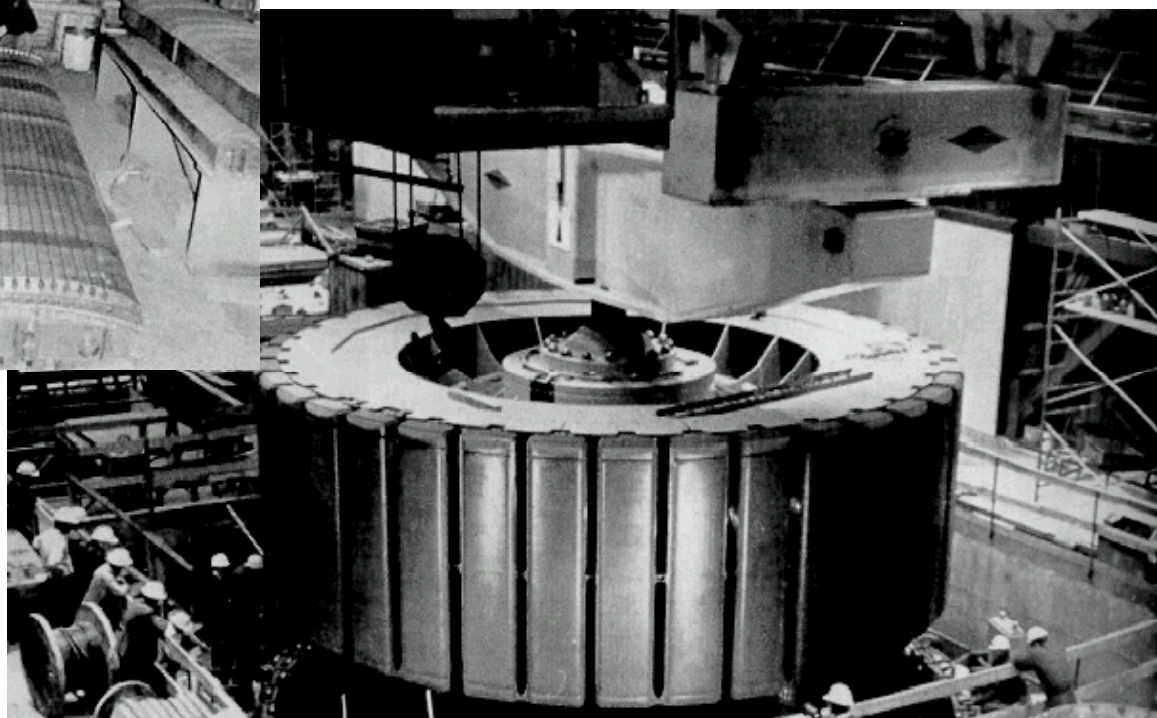


6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Egitura.

➤ Polo irteneko errotorea

36 polo, 500 MVA, 15 kV,
 $I_f=2400$ A, 60 Hz, 200 rpm

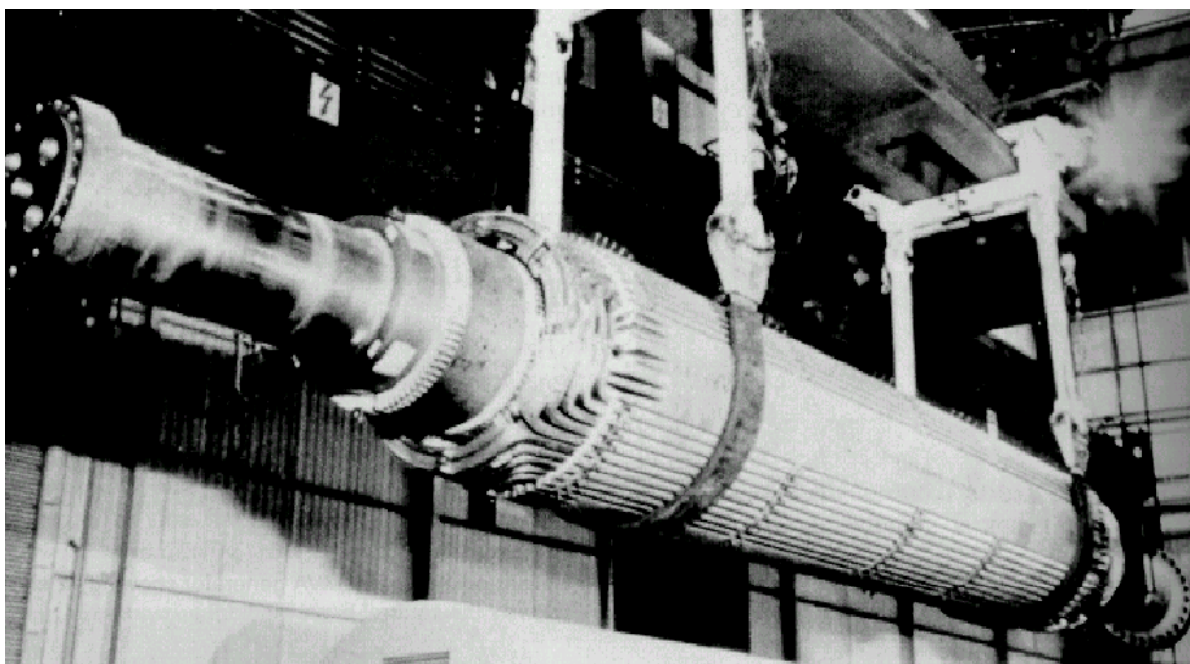


6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Egitura.

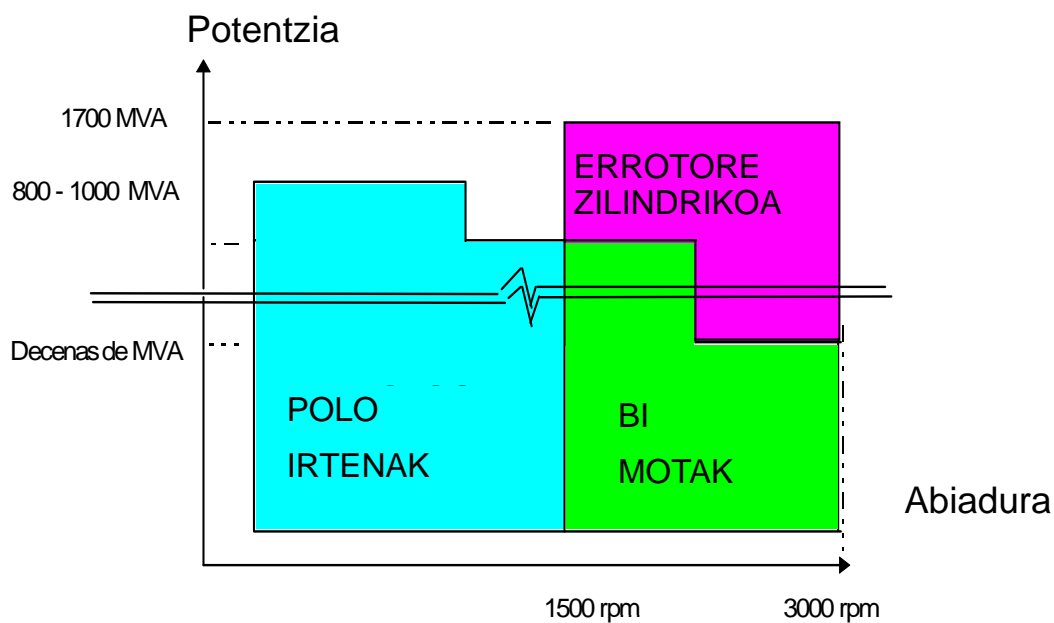
➤ Errotore zilindrikoa

4 polo, $I_f=11,2$ kA



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Egitura.

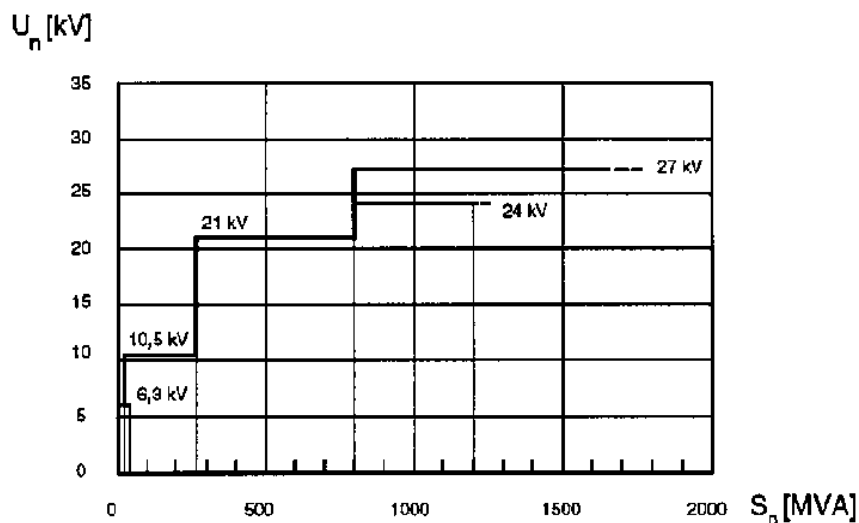


6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Egitura.

➤ Estatorea

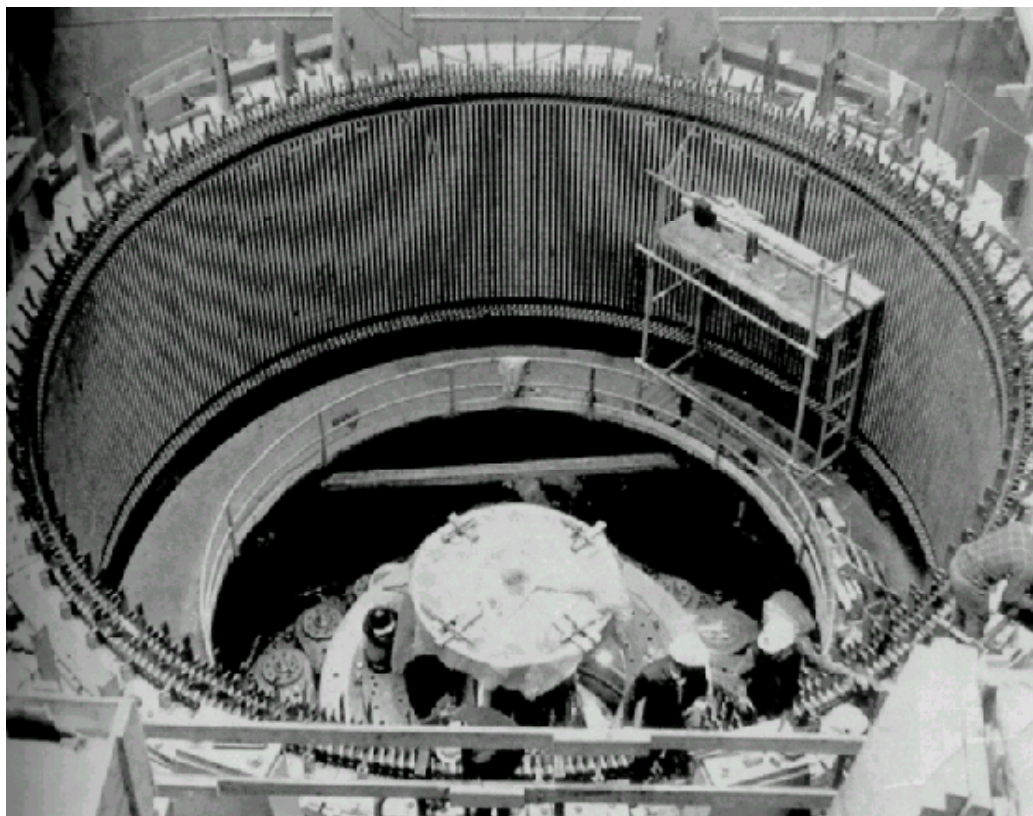
- Induzitua.
- Korrante alternoa.
- Izarrean konektaturiko haril trifasikoa.
- Tentsio izendatua potentzia izendatuaren funtzioan dago.



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Egitura.

Estatorea

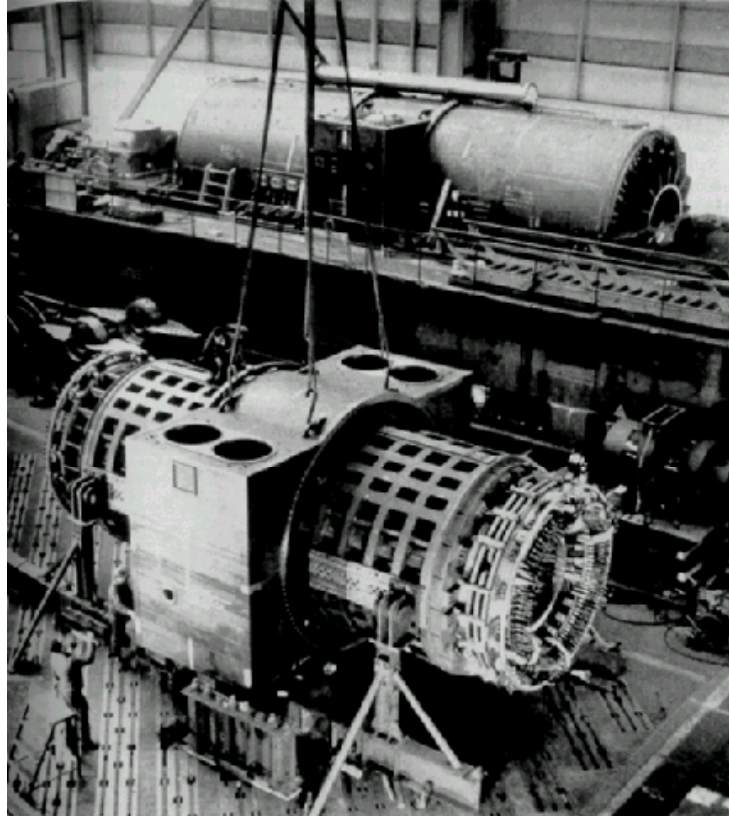


500 MVA, 15 kV
(200 rpm, 60 Hz)

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Egitura.

➤ Estatorea



722 MVA, 19 kV (3600 rpm, 60 Hz)

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Egitura.

➤ Sorgailuaren tamaina erabakitzen duten faktoreak:

➤ Makinaren potentzia

- Zenbat eta handiagoa potentzia, orduan eta handiagoa errendimendua.
 - 1 kW, % 50eko errendimendua
 - 10 MW, % 90eko errendimendua
 - 1000 MW, % 99ko errendimendua
- Zenbat eta handiagoa potentzia, orduan eta handiagoa potentzia/masa erlazioa.
 - 1 kW, 50 W/kg
 - 10 MW, 500 W/kg

➤ Hoztea: zenbat eta potentzia handiagoa, hozte-arazo gehiago

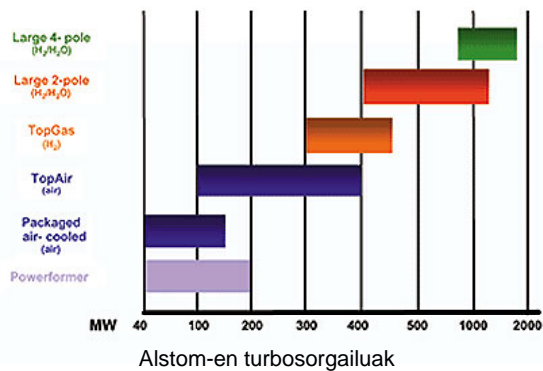
- <50 MW → aire bidezko hoztea
- 50-300 MW → hidrogeno bidezko hoztea
 - Hidrogenoaren abantailak airearekiko
 - Dentsitatea 1/14 aldiz airearena: zarata gutxiago eta aireztapen-galera gutxiago.
 - Bero espezifikoa 14 aldiz airearena: beroa metatzeko ahalmen handiagoa.
 - Bero-konduktibitatea 7 aldiz airearena: temperatura-gradiente txikiagoa.
 - Oxigenoa ez egoteak isolatzaileen bizia luzatzen du.
 - Hidrogenoaren zirkulazioa alternadorean
 - Induzituaren harila → Harilaren arteketan joan daiteke. Batzuetan, eroaleak pletina hutsez osaturik daude eta pletina barnetik doa.
 - Estatorearen nukleo magnetikoa → Hidrogenoa nukleo magnetikoan dauden kanal erradialeetatik igarotzen da.
 - Induktorearen harila → Harilaren arteketan joan daiteke. Batzuetan, eroaleak hutsak dira eta harila barnetik doa.
- 1000 MW: hidrogenoaren eta uraren bidezko hoztea; estatoreko harilean, eroale hutsen barnetik doa ura.

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

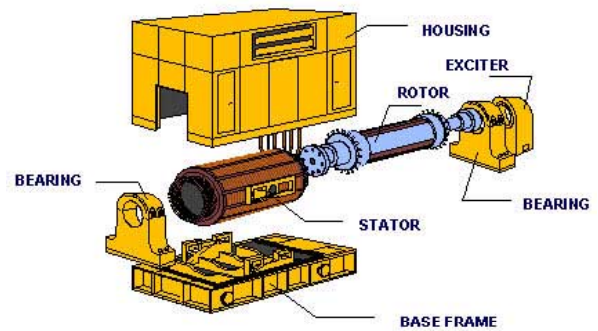
Sorgailu sinkronoak. Egitura.

Potentzia eta hozte motaren arteko erlazioa turbosorgailuetan:

- 4 poloko sorgailu handiak (BWR nuklearra): H_2 eta H_2O bidezko hoztea.
- 2 poloko sorgailu handiak (PWR nuklearrak eta arruntak): H_2 eta H_2O bidezko hoztea.
- Potentzia ertaineko sorgailuak (termiko arruntak): H_2 bidezko hoztea.
- Potentzia ertaineko sorgailuak (ziklo konbinatuak eta beste batzuk): aire bidezko hoztea.
- Integraturiko potentzia txikiko sorgailuak (karkasa berean daude sorgailua eta kitzikapen-sistema): aire bidezko hoztea.
- Powerformer potentzia txiki eta ertaineko sorgailuak: egitura bereziko sorgailua 132 kV-ekoa



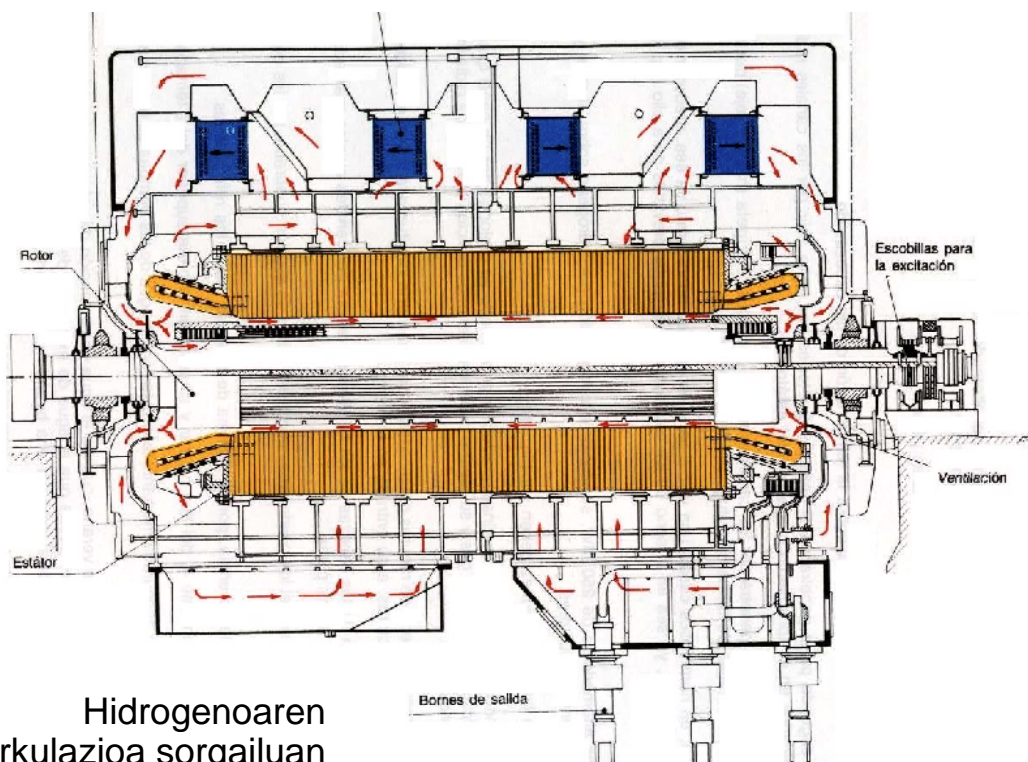
Alstom-en turbosorgailuak



Integraturiko airez hozturiko sorgailua

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

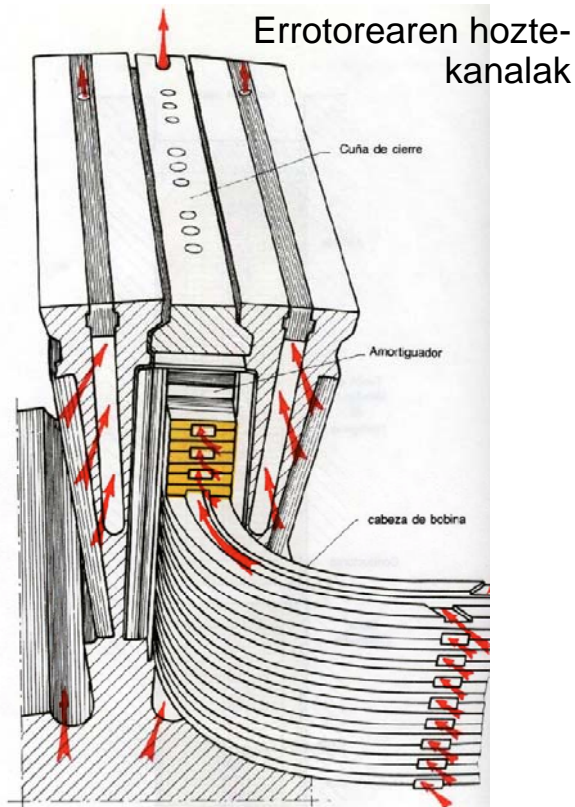
Sorgailu sinkronoak. Egitura.



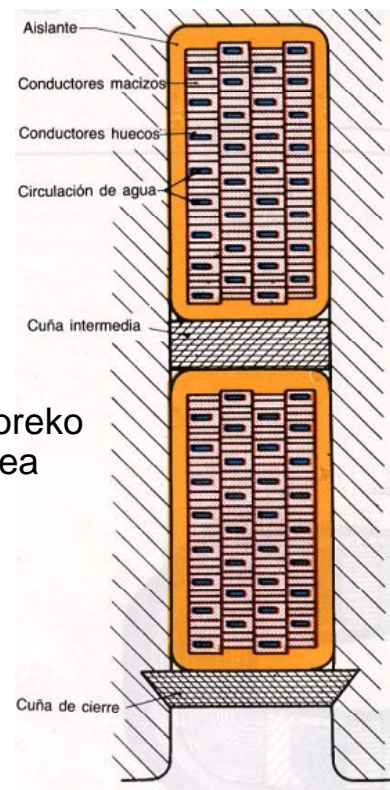
Hidrogenoaren zirkulazioa sorgailuan

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Egitura.



Estatoreko harilaren hoztea



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

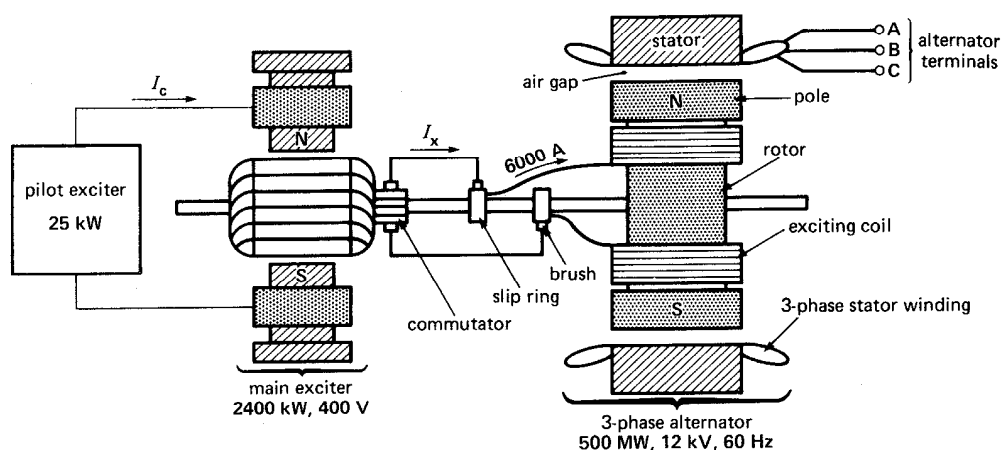
Sorgailu sinkronoak. Kitzikapen-sistemak.

- Makinaren borneetan tentsioa egonkorra izan dadin ahalbidetuko duen kitzikapen-korrontea eman behar du. Karga-aldaketen aurrean azkar erantzun behar du, sistemaren egonkortasuna mantentzeko.
- Balio tipikoak
 - Kitzikapen-tentsioa: 125 V - 600 V
 - Potentzia: sorgailuaren potentziaren araberakoa
 - 1 MVA-ko sorgailua: 25 kW (% 2,5)
 - 500 MVA-ko sorgailua : 2500 kW (% 0,5)
 - 1000 MVA-ko sorgailua : 4000 kW (% 0,4)
- Kitzikapen-sistemaren konfigurazioak
 - Korronte zuzeneko kitzikapen-sistema
 - Eskuilarik gabeko kitzikapen-sistema (brushless)
 - Kitzikapen estatikoa edo autokitzikapena
 - arrunta
 - compound

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Kitzikapen-sistemak.

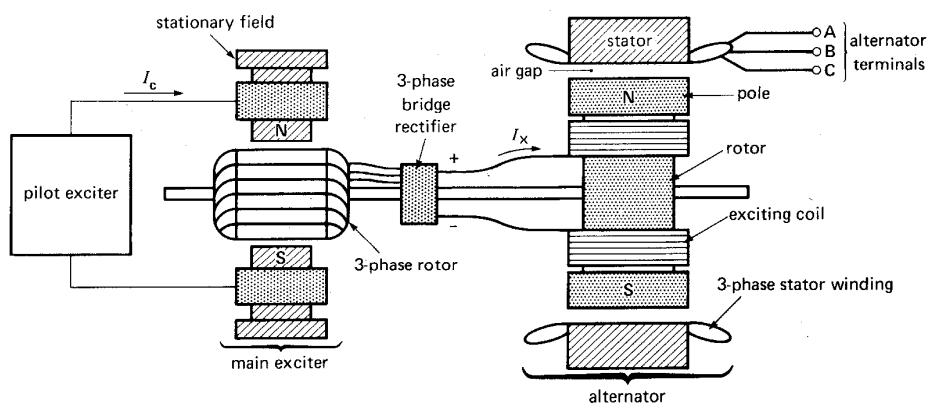
- Korrante zuzeneko kitzikapen-sistema
 - Kitzikagailu nagusia korrante zuzeneko makina bat da.
 - Kitzikagailu pilotua korrante zuzeneko beste makina bat da.
 - Kitzikapen korrantea (I_x) tentsio-erreguladore baten (AVR) bidez erregulatu duen harila inductoreko korrantearen (I_c) bidez kontrolatzen da.
 - Kitzikagailu nagusitik sorgailuaren errotorean korrante zuzena sartzeko, eskula eta marruskadura eraztun-sistema bat behar da.



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Kitzikapen-sistemak.

- Eskularik gabeko kitzikapen-sistema (brushless)
 - Kitzikagailu nagusia alderantzikaturiko korrante alternoko makina bat da (korrante zuzeneko estatorea eta korrante alternoko errotorea) eta errotorean artezgailu bat dauka.
 - Kitzikagailu pilotua iman iraunkorreko makina sinkrono bat da eta estatorean artezgailu bat dauka.
 - Kitzikapen-korrantea (I_x) tentsio-erreguladore baten (AVR) bidez erregulatu duen harila inductoreko korrantearen (I_c) bidez kontrolatzen da.

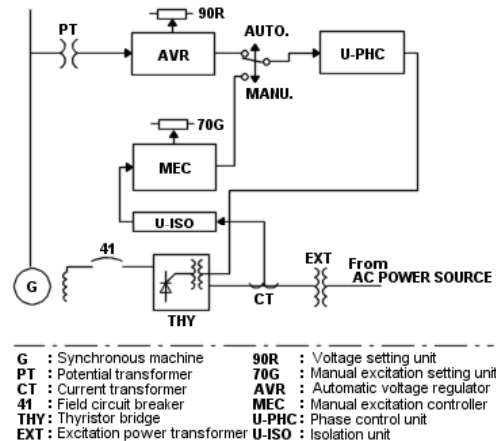
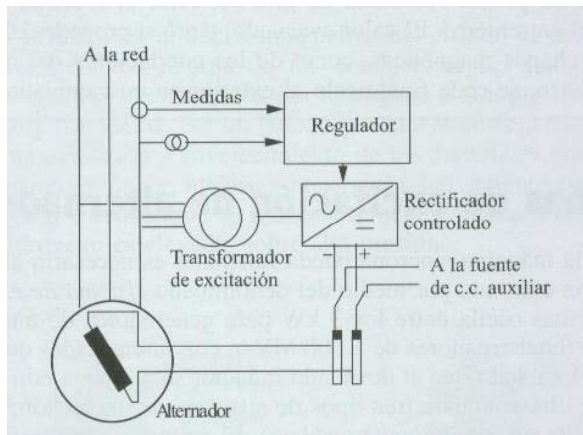


Kitzikagailuaren errotorearekin batera doan artezgailua

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Kitzikapen-sistemak.

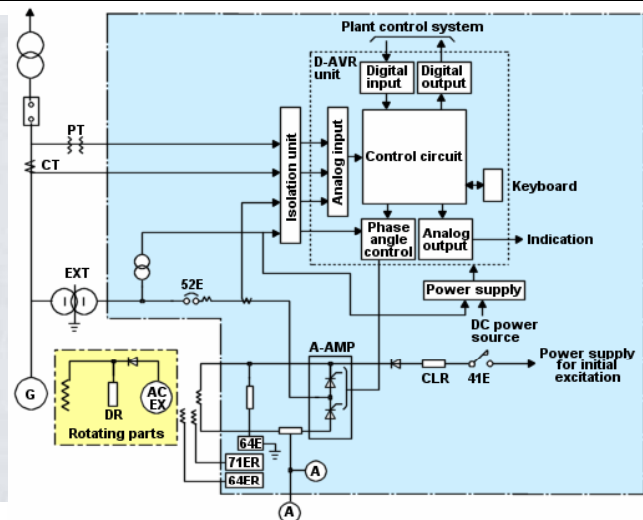
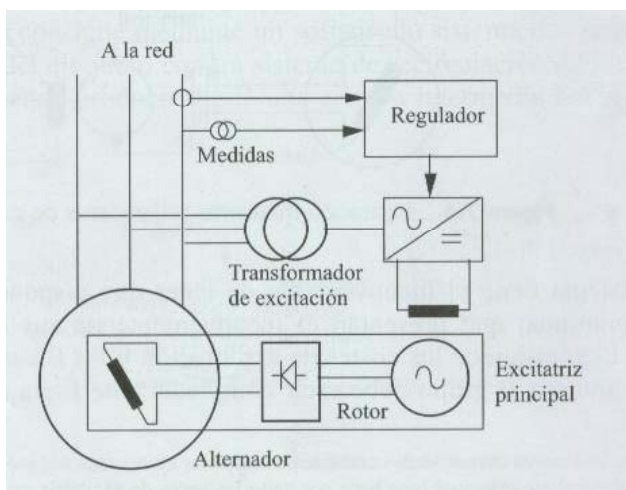
- Kitzikapen estatikoa edo autokitzikapen arrunta
 - Kitzikapen nagusia edo kitzikapen pilotua sorgailuaren estatoretik kitzikapen-transformadore baten bidez zuzenean elikatzen den korrante zuzeneko sistema estatikoa da.
 - Kitzikapen-korrantea artezgailuaren bidez kontrolatzen da (kontrolaturiko tiristoreak).
 - Arazoa: sorgailuaren borneetan hutsegite bat gertatzen bada, kitzikapen-transformadorean tentsioa galtzen da eta kitzikapena galdu egiten da.
 - Sarerik gabe abioan jartzeko, korrante zuzeneko beste iturri bat behar dute (black start).



G : Synchronous machine **90R** : Voltage setting unit
PT : Potential transformer **70G** : Manual excitation setting unit
CT : Current transformer **AVR** : Automatic voltage regulator
41 : Field circuit breaker **MEC** : Manual excitation controller
THY : Thyristor bridge **U-PHC** : Phase control unit
EXT : Excitation power transformer **U-ISO** : Isolation unit

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

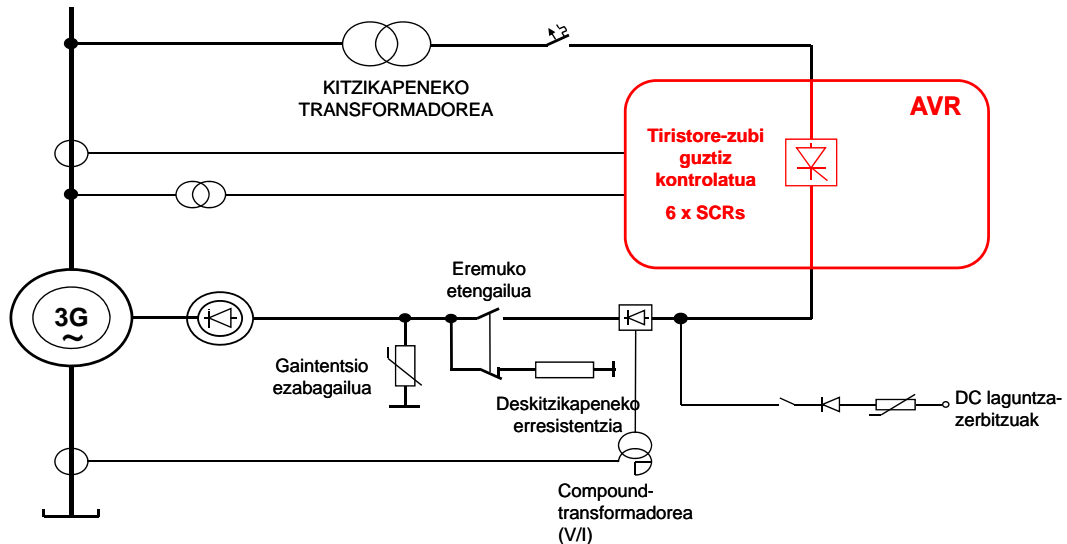
Sorgailu sinkronoak. Kitzikapen-sistemak.



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Kitzikapen-sistemak.

- Kitzikapen estatikoa edo autokitzikapen konposatua:
 - Sorgailuaren borneetan zirkuitulabur bat dagoenean gertatzen den kitzikapenaren galera saihesten du.
 - Sorgailuaren estatoreko korrontearekiko proportzionala den tentsioa ematen duen bigarren transformadore bat erabiltzen du. Tentsio hori besteari gehitzen zaio. Normalean, (korrante izendatua) bigarren tentsio hori arbuigarria da. Zirkuitulaburrean balio handia hartzen du eta errotorearen kitzikapena mantentzen du.



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

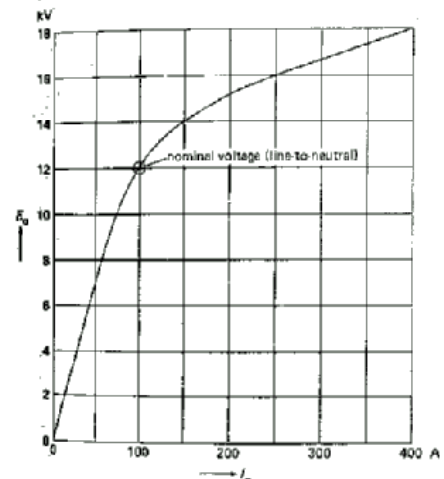
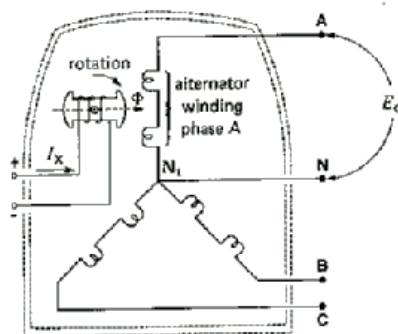
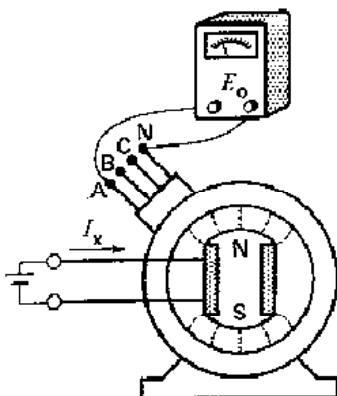
Sorgailu sinkronoak. Funtzionamendu-printzipioa.

➤ Hutseko funtzionamendua

- Dagoen fluxu magnetiko bakarra errotoreak sorturikoa da.
- Induzituriko tentsioa biraketa-abiadurarekiko eta fluxu magnetikoarekiko proportzionala da.

$$E_o = 4,44N\Phi f$$

- Hutseko kurba (biraketa-abiadura konstantea eta kitzikapen-korrontearen aldaketa).



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Funtzionamendu-printzipioa.

➤ Kargako funtzionamendua

- Sorgailuaren estatorea karga bati konektatzen bazaio, korrante- sistema orekatu batek zirkulatuko du bertatik.
 - Korrante horiek sinkronismoko abiaduran biratzen duen anplitude konstanteko eremu magnetiko birakaria (induzituaren erreakzioaren mmf) sortzen dute. Eremu hori errotoreak sorturikoarekin konbinatzen da handiagotuz (erreakzio magnetizatzailea) karga kapazitiboa denean, edo txikiagotuz (erreakzio desmagnetizatzailea) karga induktiboa denean. Sortzen den mmf uhinak estatorean induzituriko emf (E_r) desberdina da hutseko funtzionamenduarenarekiko.
 - Estatorearen harilean (induzitua) tentsio-erorketa gertatzen da honako faktore hauengatik:
 - Sakabanatze-erreaktantzia
 - Erresistentzia (% 1-2, arbuigarria)

- Sorgailuen borneetako V eta hutseko funtzionamenduko E_o desberdinak dira.

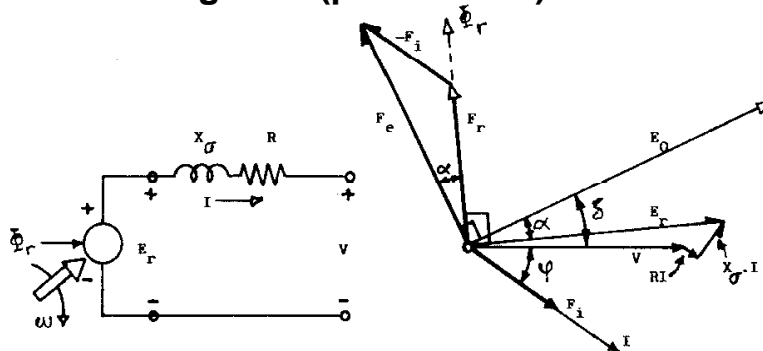
Tentsio-erregulazioa:
$$\varepsilon = \frac{E_o - V}{V}$$

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

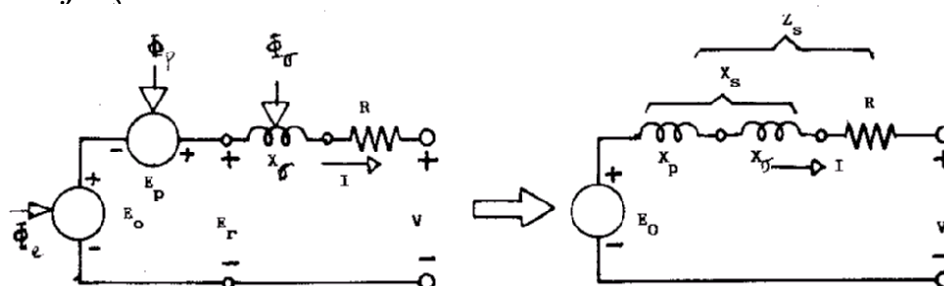
Sorgailu sinkronoak. Funtzionamendu-printzipioa.

➤ Kargako funtzionamendua: fase-diagrama (polo leunak)

$$E_r = V + RI + jX_{\sigma} I$$



$$E_o = V + RI + jX_s I$$



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Sinkronizazioa.

■ Zentralaren sare-konexioa egin aurretik, sorgailuen eta sarearen arteko sinkronizazioa egin behar da. Lau baldintza bete behar dira sorgailu bat eta sarea sinkronizaturik egoteko:

- Sorkuntza-maiztasunak sare-maiztasunaren berdina izan behar du.
- Sorkuntza-tentsioak sare-tentsioaren berdina izan behar du.
- Sorkuntza-tentsioa sare-tentsioarekin fasean egon behar da.
- Sorgailuaren fase-sekuentziak eta sarearenak berdinak izan behar dute.

■ Sinkronizazio-ekipamendua:

- Bi maiztasun-neurgailu (sarea eta sorgailua).
- Bi voltmetro (sarea eta sorgailua).
- Sinkronoskopio bat.

■ Alternadorearen eta sarearen arteko sinkronizazioa egiteko, honako pauso hauek jarraitzen dira:

1. Turbinaren abiadura-erreguladorearen doiketa eginez, sorkuntza-maiztasuna sarearenaren antzekoa izatea lortzen da (doiketa lodia).
2. Kitzikapenaren doiketa eginez, sorkuntza-tentsioa (E_0) sare-tentsioaren (E) berdina izatea lortzen da.

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

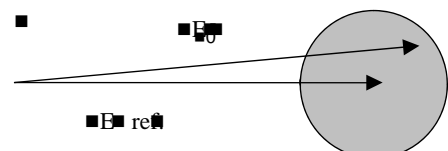
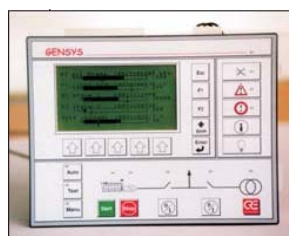
Sorgailu sinkronoak. Sinkronizazioa.

3. Sinkronoskopioaren bidez, E_0 eta E -ren arteko desfasea ikus daiteke. Orratzak zero markatzen duenean tentsioak fasean daude. Orratzak ordulariaren noranzkoan biratzen badu, sorkuntza-maiztasuna sare-maiztasuna baino handiagoa da. Aldiz, orratzak ordulariaren aurkako noranzkoan biratzen badu, sorkuntza-maiztasuna sare-maiztasuna baino txikiagoa da. Kasu horietan, maiztasuna berdintzeko, turbinaren abiadura-erreguladorearen doiketa fina egiten da.



4. Sorkuntza-tentsioa (E_0) eta sare-tentsioa (E) berdinak diren ikusten da berriro eta fase-sekuentziak berdinak direla egiaztatzen da. Orduan, etengailua itxi egiten da eta zentrala sareari konektaturik gelditzen da.

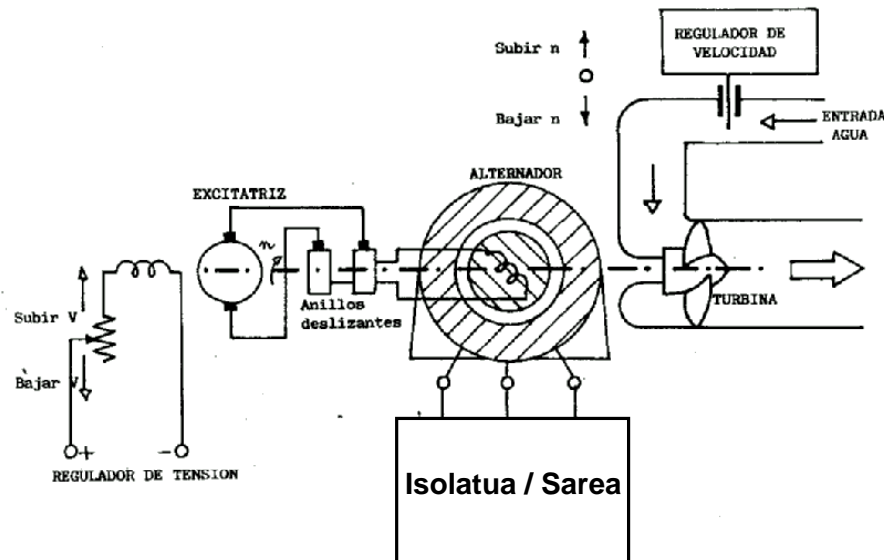
■ Zentral berrietan, sinkronizazioa automatikoki egiten da. Hala ere, posible da eskuzko sinkronizazioa egitea ere.



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Erregulazioa.

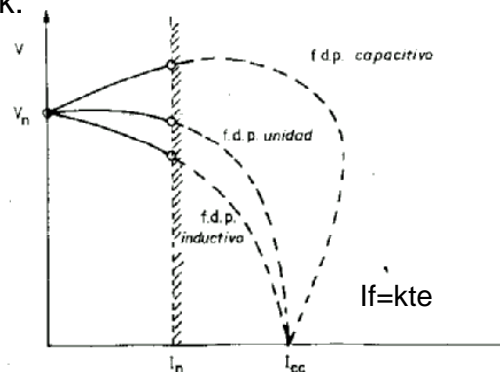
- **Abiadura-erreguladorea:** turbinara doan fluido (ura, lurruna) kantitatearen kontrola egiten du.
- **Tentsio-erreguladorea:** kitzikapen-korrontearen balioa kontrolatzen du.



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Funtzionamendu isolatua.

- Sorgailuak karga bat elikatzen du modu isolatuan.
 - Sorgailuak emandako potentzia kargak eskatzen duena da.
 - Sorgailuaren potentzia-faktorea kargak duena da.
 - Maiztasuna sorgailu sinkronoaren abiaduraren araberakoa da.
 - Irteerako tentsioan eragiten duten faktoreak:
 - Biraketa-abiadura
 - Kitzikapen-korrontea
 - Induzituaren korrontea
 - Kargaren potentzia faktorea
 - Karga induktiboa: efektu desmagnetizatzailea
 - Karga kapazitiboa: efektu magnetizatzailea

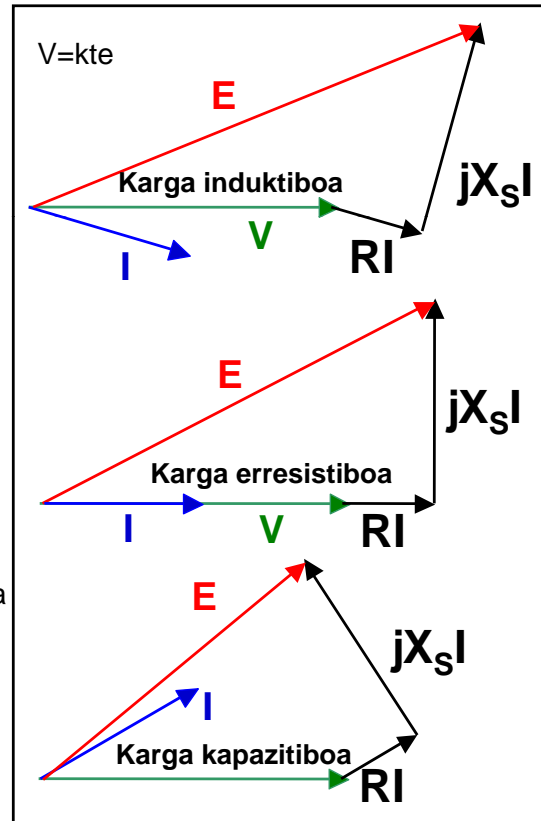
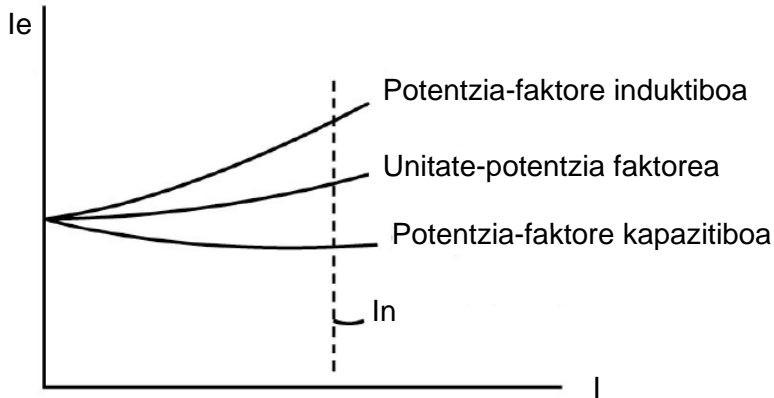


- Abiadura erreguladorea: errotorearen biraketa-abiadura mantentzea.
 - Kargak eskaria handiagotzen duenean, sorgailuaren abiadura txikiagotu egiten da. Abiadura-erreguladoreak turbinara doan fluido kantitatea handiagotzen du, abiadura handiagotzeko maiztasun-kontsigna balioa lortu arte.

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Funtzionamendu isolatua.

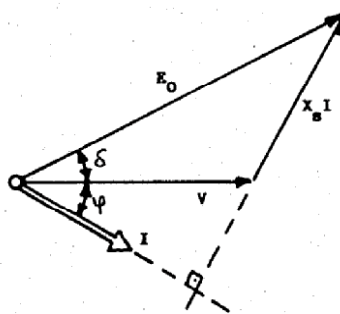
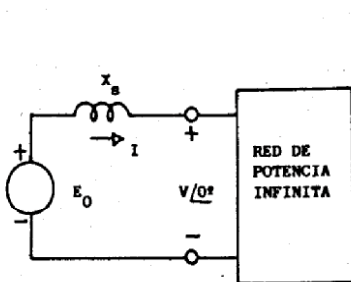
- Tentsio-erreguladorea: sorgailuaren borneetako tentsioa mantentzea kitzikapen-intentsitatean eraginez.
 - Tentsio-erreguladoreak kitzikapena aldatzen du, fluxua aldatuz eta indar elektroeragilea egoera berrira egokituz



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Sarera konektaturiko sorgailua.

- Potentzia infinituko sarea: sorgailu asko konektaturik dauden sarea → Sorgailu baten potentzia oso txikia da potentzia osoarekiko → $V=kte$, $f=kte$ (sareak finkatzen ditu)
- Makinak sareari emandako potentzia aktiboa eta erreaktiboa.

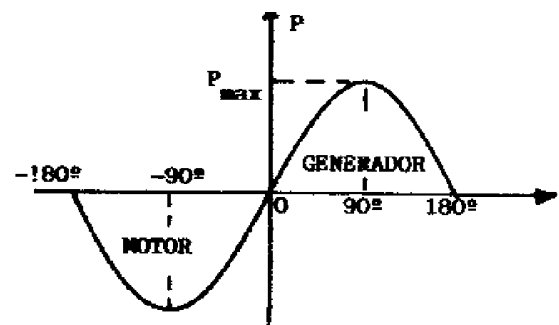


$$P = \frac{3E_0V}{X_s} \sin \delta$$

$$Q = 3 \frac{E_0V \cos \delta - V^2}{X_s}$$

➤ $E_0 \cos \delta > V$ bada, orduan $Q > 0$ (induktiboa) eta makina gaintzikaturik dagoela esaten da.

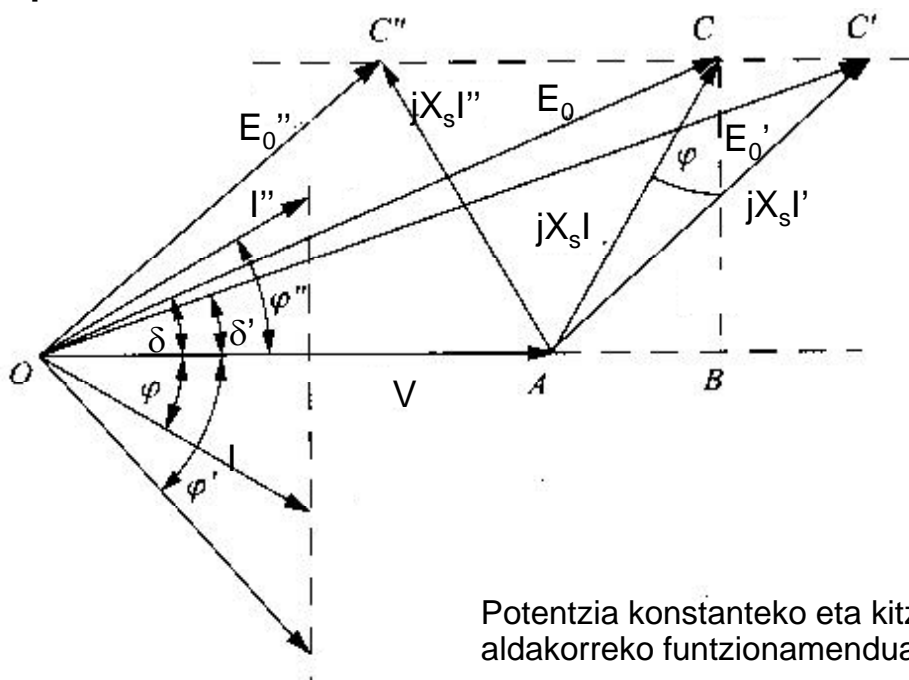
➤ $E_0 \cos \delta < V$ bada, orduan $Q < 0$ (kapazitiboa) eta makina azpikizaturik dagoela esaten da.



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Sarera konektaturiko sorgailua.

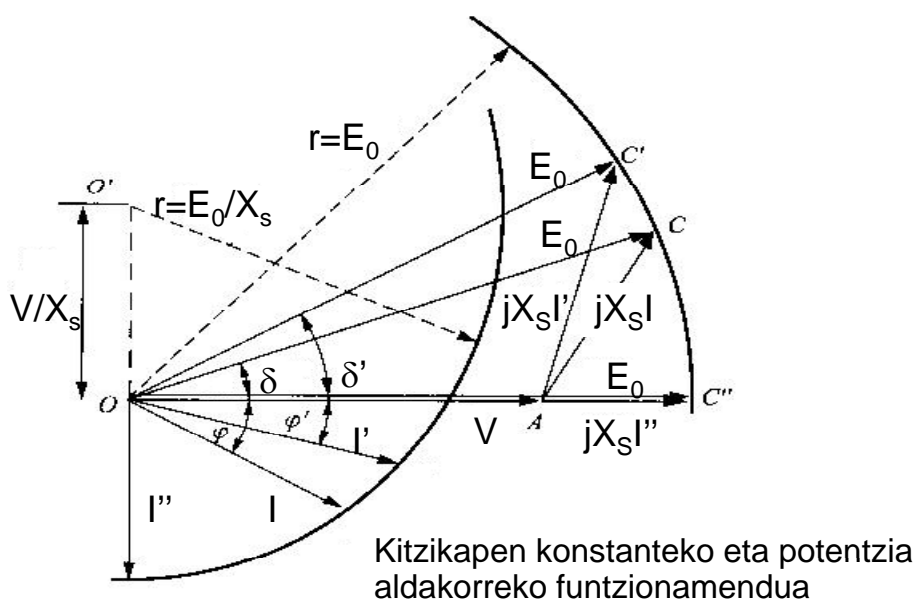
➤ Tentsio-erreguladorea → Potentzia erreaktiboaren kontrola kitzikapenaren kontrolaren bidez



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Sarera konektaturiko sorgailua.

➤ Abiadura-erreguladorea → Potentzia aktiboaren kontrola, turbinak emandako potentzia mekanikoa kontrolatuz.



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

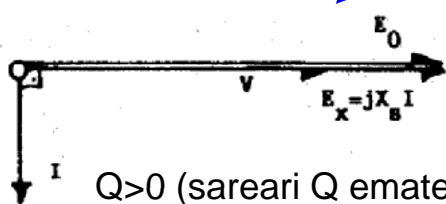
Sorgailu sinkronoak. Konpentsadore sinkronoa.

- Konpentsadore sinkronoa: makina sinkronoak ez du potentzia aktiborik ematen ez xurgatzen ($P=0$); potentzia erreaktiboa eman edo xurgatzen du, bakarrik, kitzikapenaren kontrolaren bidez.



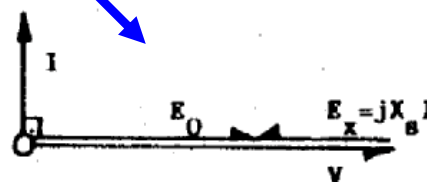
Sorgailua modu higikorrean ($P=0, Q=0$)

Kitzikapenean eraginez



$Q > 0$ (sareari Q ematen dio)

Sorgailu gainkitzikatua



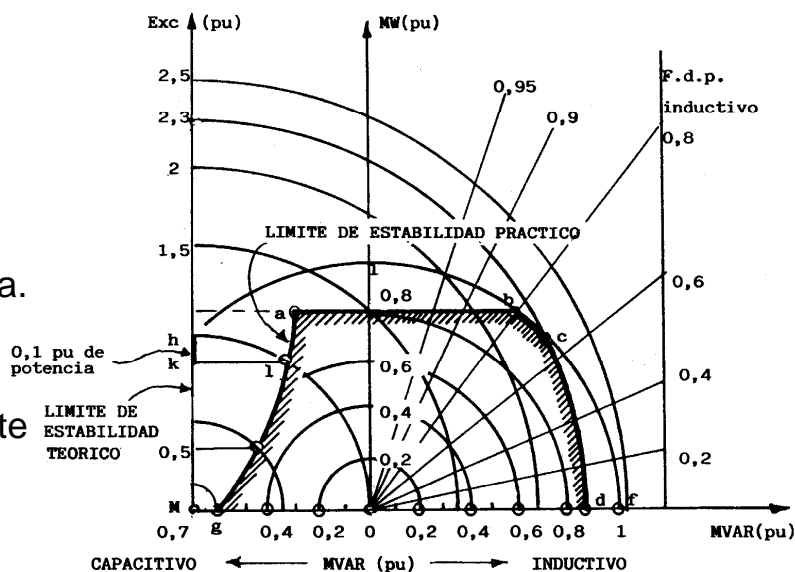
$Q < 0$ (saretik Q xurgatzen du)

Sorgailu azpikitzikatua

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu sinkronoak. Funtzionamendu-mugak.

- Makina eragilearen potentzia izendatua.
- Alternadorearen itxurazko potentzia izendatua. Induzituriko korronea mugatzen du, tenperatura handiegia izan ez dadin.
- Kitzikapen-korronea maximoa. Errotoreko harilaren berokuntzak mugatzen du.
- Egonkortasun-baldintzak bete daitezzen δ momentu-angulu maximoa.



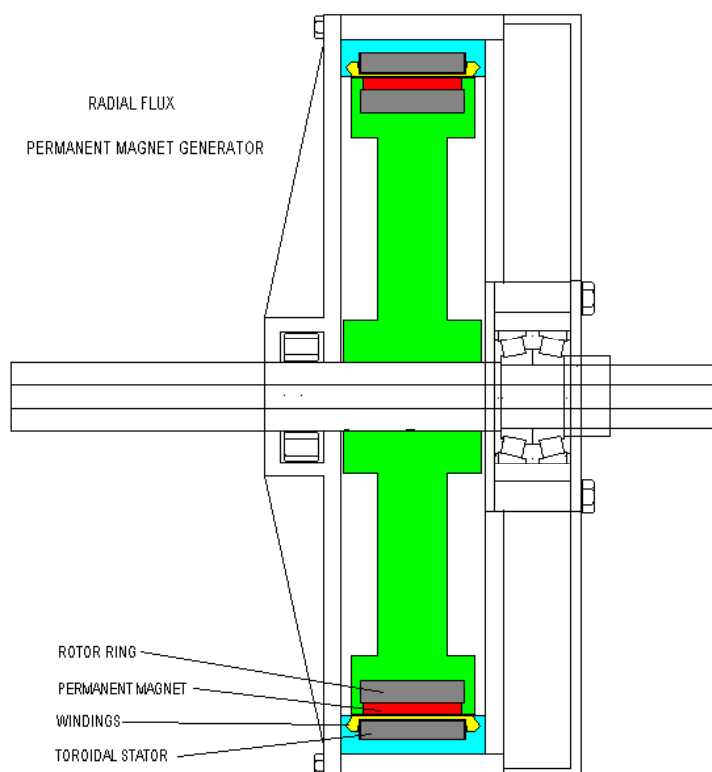
6. Gaia. Sorgailu trifasikoak

Iman iraunkorreko sorgailu sinkronoak

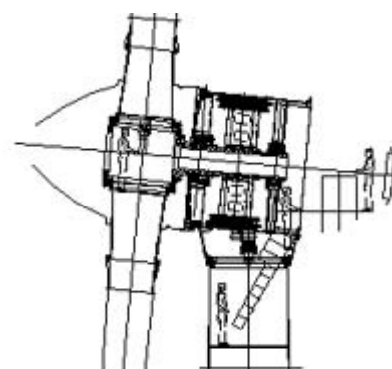
- Errotoreko harilaren ordeaz iman iraunkorrak erabiltzen dituen sorgailu sinkronoa.
- Kitzikapen-sistematik ez da behar.
- Errotoreko kobre-galerak desagertzen dira eta ez da beharrezko zati hori hoztea.
- Polo-pare kopuru handia.
- Aplikazioa: abiadura aldakorreko aerosorgailuak.

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Iman iraunkorreko sorgailu sinkronoak



ABB



Mitorres

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu asinkronoak

- Gehien erabiltzen den makina elektriko birakaria da. Hala ere, motor gisa aurkitzea da arruntena, eta sorgailu gisa gutxiagotan erabiltzen da.

$$p \cdot n = 60 \cdot f$$

n: biraketa-abiadura (rpm)

f: maiztasun elektriko sinkronoa (50 Hz)

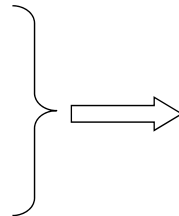
p: polo-pare kopurua

- Makina sinkronoarekin alderatuz, makina asinkronoak ez dauka berezko kitzikapenik (ez dago errotoreko korrante zuzenaren zirkulaziorik) eta saretik hartzen da eremu magnetikorako behar den korrantea.

- Makina asinkronoaren funtzionamendua sorgailu gisa:

Errotoreko momentu motorra (turbina sinkronismoko abiaduraren gaitetik)

Korrante alternoko tentsioa estatorean (eremu magnetikoa abiadura sinkronoan biratuz)



Estatorean sorturiko eta sarean injektaturiko korrante alternoko intentsitatea

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu asinkronoak. Egitura.

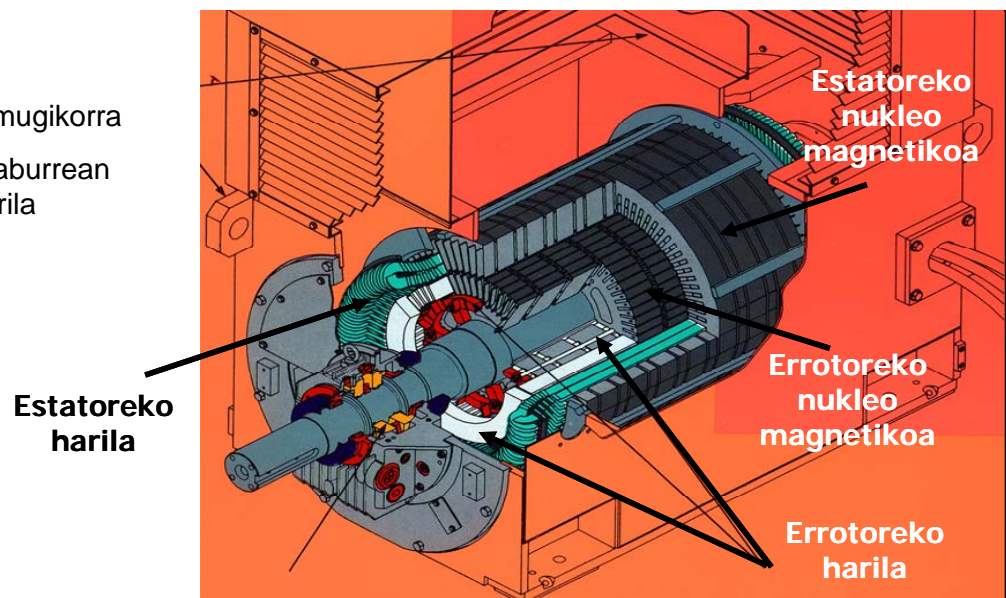
- Osagai nagusiak:

- Estatorea:

- Osagai finkoa
- Haril trifasikoa

- Errotorea:

- Osagai mugikorra
- Zirkuitulaburrean dagoen harila

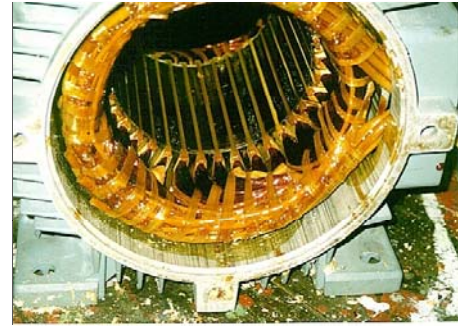


6. gaia. Sorgailu trifasikoak

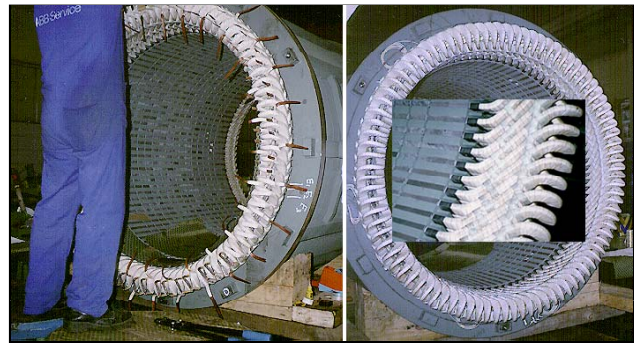
Sorgailu asinkronoak. Egitura.

➤ Estatorea. Osagaiak

- Nukleo magnetikoa
 - Pilaturiko xafla magnetikoz osaturik.
 - Estatoretik errotorera doan fluxu magnetikoa banatzen du.
- Zirkuitu elektrikoa
 - 120°-ra banaturiko haril trifasikoa.
 - Zirkuitu magnetikoko arteketan sarturiko harilez osaturik:
 - Makina txikiak ($U_n < 600 \text{ V}$): esmaltaturiko kobre hariak
 - Makina handiak ($U_n > 600 \text{ V}$): aurretik forma emandako kobre barrak



Esmaltaturiko kobre hariak



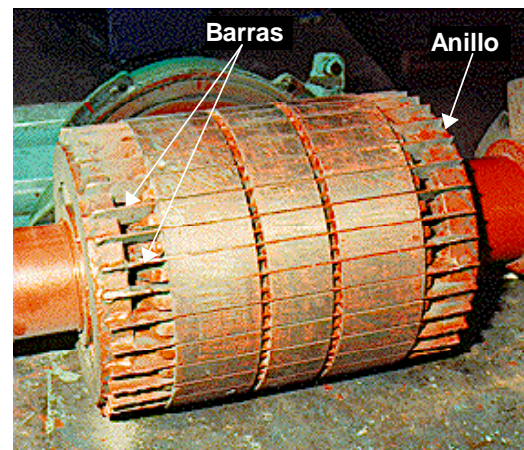
Aurretik forma emandako kobre barrak

6. gaia. Sorgailu trifasikoak

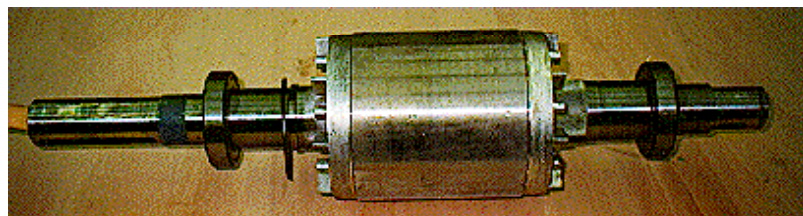
Sorgailu asinkronoak. Egitura.

➤ Errotorea. Osagaiak

- Nukleo magnetikoa
 - Pilaturiko xafla magnetikoz osaturik.
 - Estatorera doan fluxu magnetikoa kontzentratzen du.
- Zirkuitu elektrikoa
 - Zirkuitulaburrean konektaturiko espirez osaturiko harila.
- Motak:
 - Urtxintxa-kaiolekoa: eroaleak urturiko aluminioz eginak edo soldaturiko kobrezko barrak dira.
 - Harilekoa: eroalea esmaltaturiko kobre haria da.



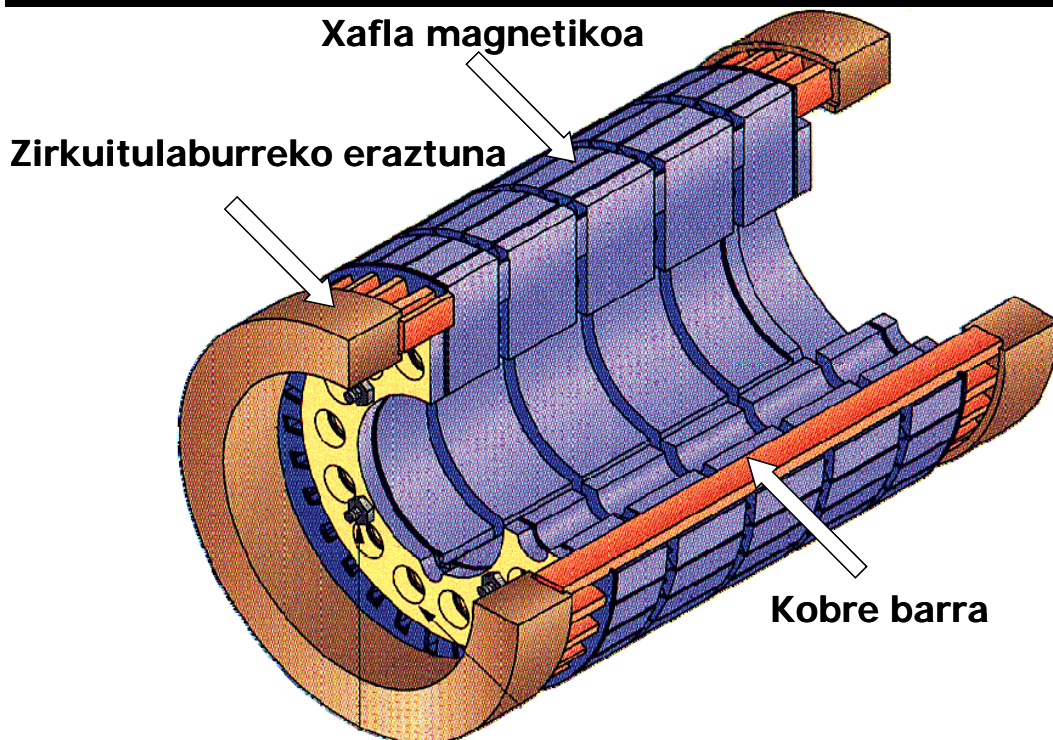
Urtxintxa-kaiola. Soldaturiko kobrezko barrak



Urtxintxa-kaiola. Aluminio urtua

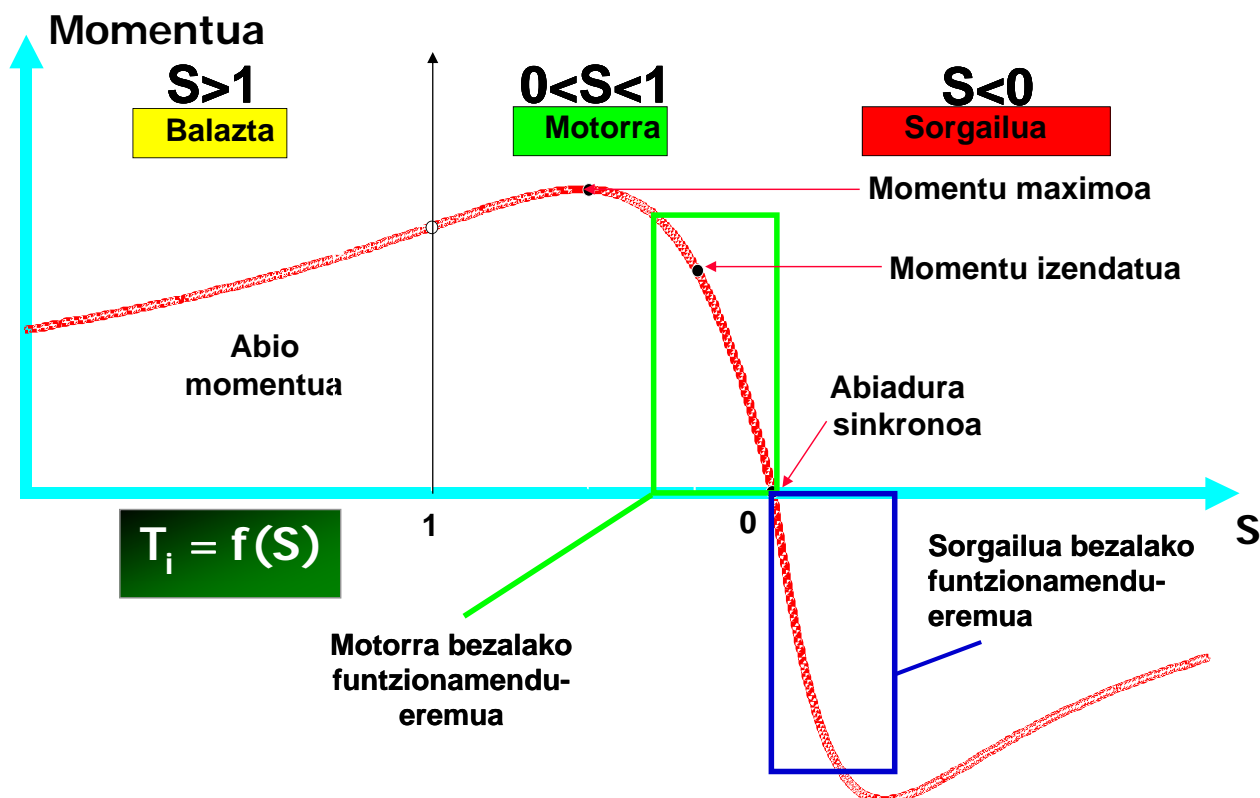
6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu asinkronoak. Egitura.



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu asinkronoak. Funtzionamendua.



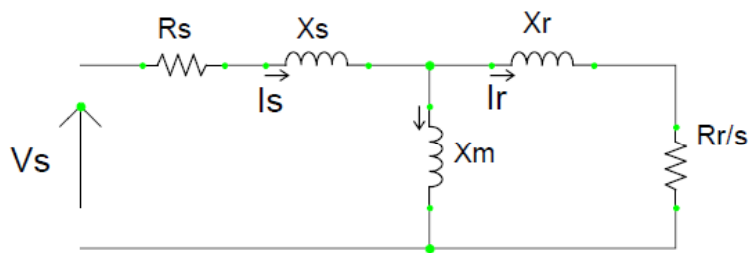
6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Sorgailu asinkronoak. Funtzionamendua.

Indukzio-makinaren eredua erregimen iraunkorrean

$$V_s = R_s \cdot I_s + jX_s \cdot I_s + jX_m \cdot (I_s - I_r)$$
$$V_r = 0 = \frac{R_r}{s} \cdot I_r + jX_r \cdot I_r + jX_m \cdot (I_r - I_s)$$

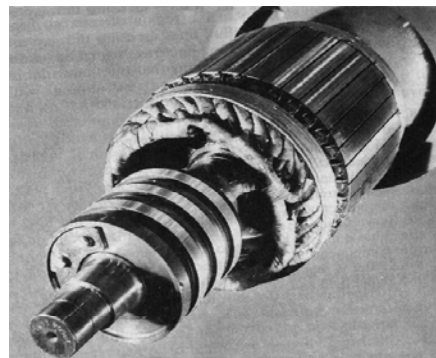
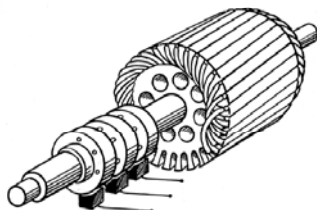
$$s = \frac{\omega_s - \omega_r}{\omega_s}$$



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Elikadura bikoitzeko sorgailu asinkronoa (DFIM)

- Errotore harilkatua du eta kanpotik marruskadura-eraztun batzuen bidez elikatzen da.
- Errotorean maiztasun aldakorreko korrantea potentzia-bihurgailu baten bidez.
- Ez du konpentsazio kapazitiborik behar.
- Potentzia aktiboa eta potentzia erreaktiboa independenteak dira.
- Aplikazioa: abiadura aldakorreko aerosorgailuak.



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Elikadura bikoitzeko sorgailu asinkronoa (DFIM)

■ Funtzionamendu-printzipioa:

- Estatorea f_s maiztasuneko sare trifasiko batera konektaturik dagoen makina asinkrono batean, n_s da eremu magnetiko birakariaren abiadura:

$$n_s = \frac{60 \cdot f_s}{p}$$

- Errotorea f_r maiztasuneko sistema trifasiko batekin elikatzen bada, errotoreak n_r abiaduran biratuko duen eremu magnetiko bat sortuko du:

$$n_r = \frac{60 \cdot f_r}{p}$$

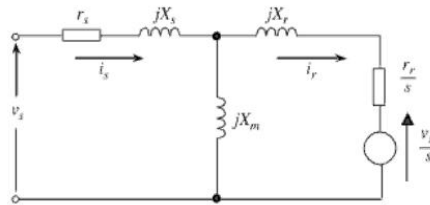
➔ Geldirik dagoen erreferentzia batekiko

$$n_s = n + n_r$$

- Makinak momentua eman dezan, estatoreko eta errotoreko eremu magnetikoek abiadura berdinean biratu behar dute.

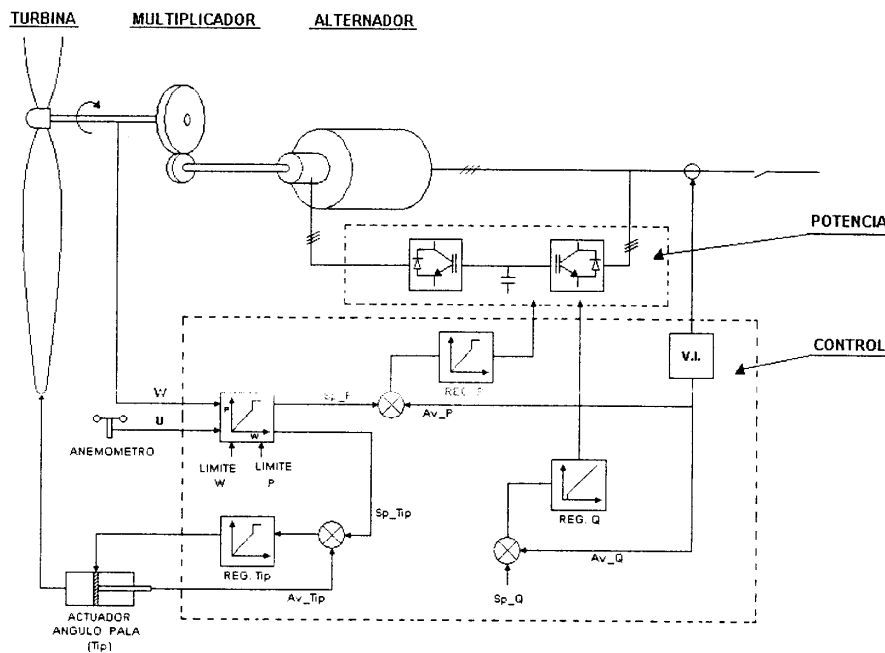
$$n_s = n + n_r$$

■ Zirkuitu baliokidea erregimen iraunkorrean:



6. gaia. Sorgailu trifasikoak

Elikadura bikoitzeko sorgailu asinkronoa (DFIM)



ENERGIA ELEKTRIKOAREN SORKUNTZA

7. GAIA. SORGAILU ELEKTRIKOEN EGONKORTASUNA

7.1 Sarrera. Definizioa eta sailkapenak.

7.2 Sorgailu sinkronoaren eredu sinplifikatua. Oszilazio-ekuazioa.

7.3 Egonkortasun iragankorra.

7.4 Ereduen eragina angelu-egonkortasunean.

7.5 Tentsio-egonkortasuna.

7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna Sarrera. Definizioa.

Egonkortasunaren arazoak eragina dauka energia elektrikoaren sistemen plangintzan, ustiapenean, kontrolean eta babesean. Egonkortasunak garraio-lineetan jartzen dituen mugak muga termikoen azpitik daude.

Egonkortasuna: sistemak operazio-baldintza izendatuetan oreka-egoera batean mantentzeko duen ahalmena, eta perturbazio baten ondorioz onargarria den oreka-egoera berriantzeko duen ahalmena.

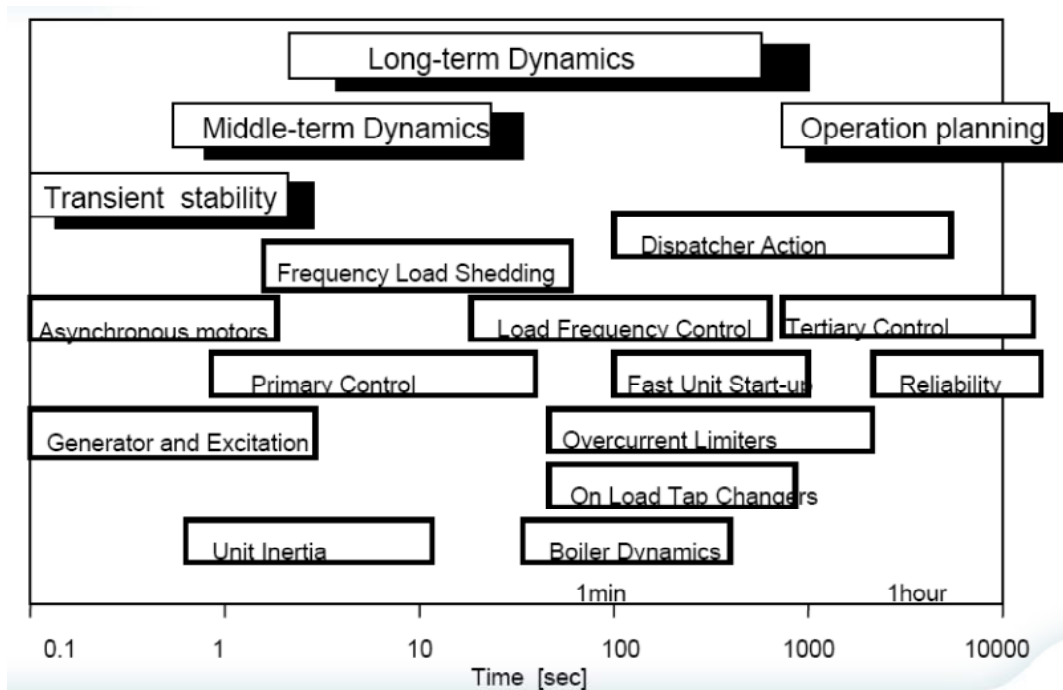
Agerpena:

- Makinen sinkronismo galera:
 - Iraupen luzeko akatsen eraginez.
 - Tentsio-erreguladoreen erantzunaren ondorioz.
 - Beste kontrol azkarren erantzunaren ondorioz.
- Tentsioaren murrizketa jarraitua eta kontrolaezina:
 - Potentzia errektiboaren erreserbak agortzeagatik.
 - Sarean gertatutako akatsengatik.
 - Sistemaren degradazioagatik.

Fenomeno dinamikoa da:

- Sistemaren eta bere osagaien dinamika ezagutu behar da.

7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna Sarrera. Fenomenoen dinamika.



7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna Sarrera. Sailkapena.

Fenomeno fisikoaren ezaugarrien arabera:

- Angelu-egonkortasuna: makinaren momentu-angeluen aldaketa:
 - Makina sinkronoak sistemari hark eskatzen duen potentzia aktiboa emateko gaitasuna.
 - Sistemaren makina sinkrono guztien funtzionamendu sinkronizatua.
- Tentsio-egonkortasuna: makinek emandako tentsioen aldaketak:
 - Sistemari hark eskatzen duen potentzia erreaktiboa emateko gaitasuna.
 - Sistemaren sorgailu multzoaren ahalmena, sistemaren zerbitzu-tentsioa mantentzeko.

$$P_G - P_D + P_{\text{perd}}$$

$$S_G = S_D + S_{\text{perd}}$$

$$Q_G = Q_D + Q_{\text{perd}}$$

Dinamikaren arabera:

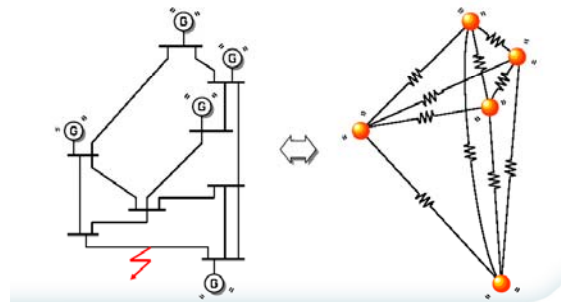
- Epe motzeko edo dinamika azkarreko egonkortasuna: sorgailua + kontrol primarioak.
- Epe luzeko edo dinamika geldoko egonkortasuna: turbina + kontrol sekundarioak.

7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna

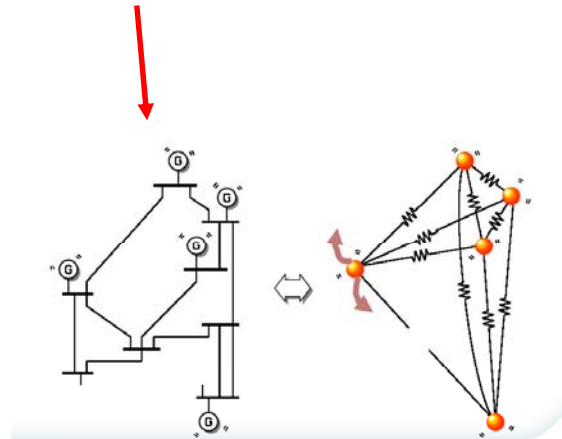
Sarrera. Sailkapena.

Perturbazioaren tamainaren arabera:

- Perturbazio handiko egonkortasuna:
 - Oszilazio handiak.
 - Eredu ez-lineala.

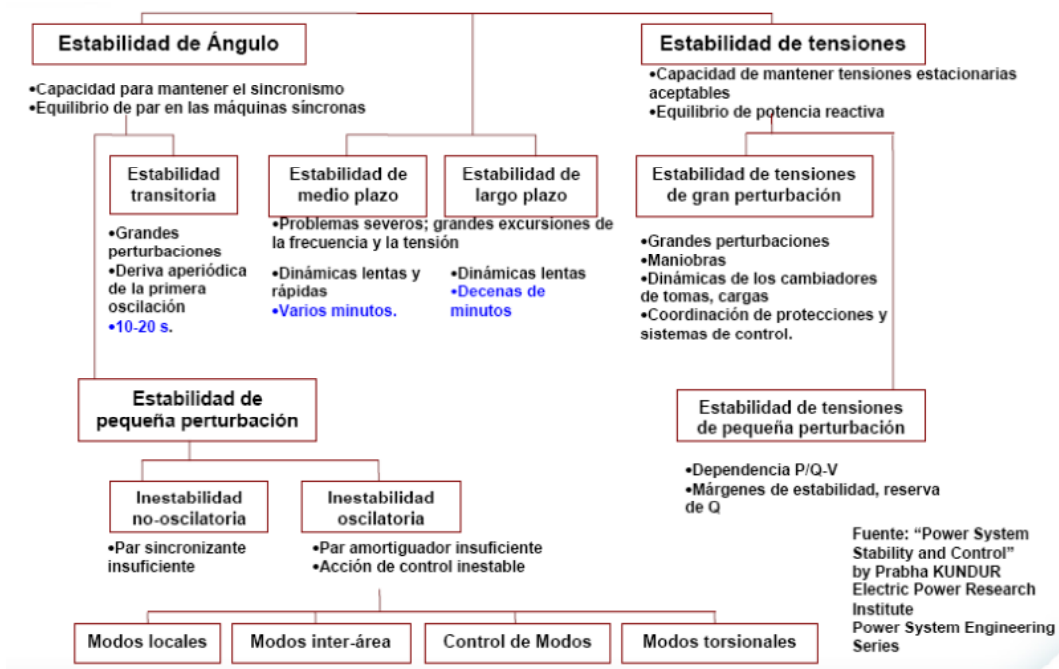


- Perturbazio txikiko egonkortasuna:
 - Oszilazio txikiak.
 - Eredu lineala.



7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna

Sarrera. Sailkapena.



7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna

Eredu sinplifikatua. Eredu mekanikoa.

Momentu-angelua:

- Erregimen iraunkorra: $\theta = kte$
- Perturbazioa: $\theta = f(t)$

Errotoreko momentuen oreka:

$$T_m = T_e + T_i + T_a$$

- Momentu mekanikoa:

$$T_m = T_{m0} + \sum T_h \sin(h\Omega_0 t - \Psi_h)$$

- Momentu elektromagnetikoa:

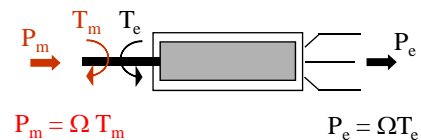
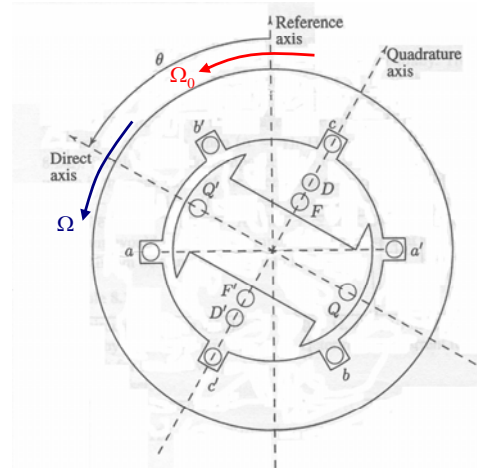
$$T_e = \frac{P}{\Omega}$$

- Inertzia-momentua:

$$T_i = J \frac{d\Omega}{dt}$$

- Moteltze-momentua:

$$T_a = K_a (\Omega - \Omega_0)$$



7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna

Eredu sinplifikatua. Eredu mekanikoa.

Errotorearen dinamika:

$$J \frac{d\Omega}{dt} = T_m - T_e - K_a (\Omega - \Omega_0) \longrightarrow \frac{J}{T_{base}} \frac{d\Omega}{dt} = \frac{T_m}{T_{base}} - \frac{T_e}{T_{base}} - \frac{K_a}{T_{base}} (\Omega - \Omega_0)$$

$$T_{base} = \frac{S_{base}}{\Omega_{base}} = \frac{S_{base}}{\Omega_0}$$

$$\frac{J\Omega_0^2}{S_{base}\Omega_0} \frac{d\Omega}{dt} = t_m - t_e - \frac{K_a\Omega_0^2}{S_{base}\Omega_0} (\Omega - \Omega_0)$$

$$H = \frac{1/2 J\Omega_0^2}{S_{base}} \quad D = \frac{K_a\Omega_0^2}{S_{base}}$$

$$\frac{2H}{\Omega_0} \frac{d\Omega}{dt} = t_m - t_e - \frac{D}{\Omega_0} (\Omega - \Omega_0) \xrightarrow{\omega = \Omega \cdot p} \frac{2H}{\omega_0} \frac{d\omega}{dt} = t_m - t_e - \frac{D}{\omega_0} (\omega - \omega_0)$$

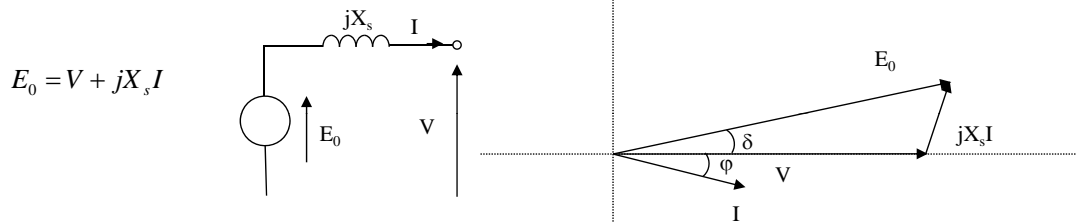
$$\frac{2H}{\omega_0} \frac{d\omega}{dt} = p_m - p_e - \frac{D}{\omega_0} (\omega - \omega_0)$$

7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna

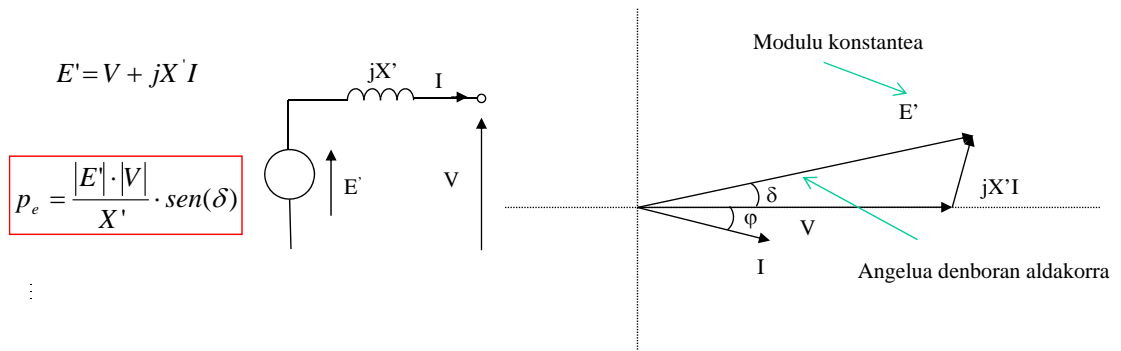
Eredu sinplifikatua. Eredu elektrikoa.

Errotore zilindrikoko makina

- Erregimen iraunkorra:



- Erregimen iragankorra:



7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna

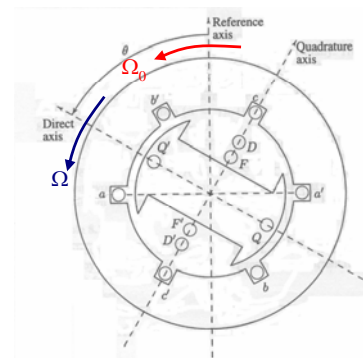
Eredu sinplifikatua. Ereduen konexioa.

Erregimen iraunkorra:

- hutsean $\alpha = \Omega_0 \cdot t$
- kargan $\alpha = \Omega_0 \cdot t + \theta$

Erregimen iragankorra:

- angelu mekanikoa
 $\alpha = \Omega_0 \cdot t + \theta \xrightarrow{\theta = \frac{\delta}{p}} \alpha = \Omega_0 \cdot t + \frac{\delta}{p}$
- abiadura mekanikoa
 $\Omega = \frac{d\alpha}{dt} = \Omega_0 + \frac{d\theta}{dt} \xrightarrow{\Omega = \frac{\omega}{p}} \omega = \omega_0 + \frac{d\delta}{dt}$
- azelerazio mekanikoa
 $\frac{d\Omega}{dt} = \frac{d^2\theta}{dt^2} \xrightarrow{\quad} \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\delta}{dt^2}$
- oszilazio-ekuazioa



$$\boxed{\frac{2H}{\Omega_0} \frac{d\Omega}{dt} = t_m - t_e - \frac{D}{\Omega_0} (\Omega - \Omega_0)} \xrightarrow{\quad} \boxed{\frac{2H}{\omega_0} \frac{d^2\delta}{dt^2} = p_m - p_e - \frac{D}{\omega_0} (\omega - \omega_0)}$$

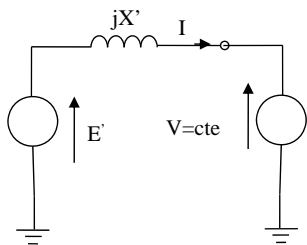
7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna

Egonkortasun iragankorra. Azalaren irizpidea.

Egonkortasun iragankorra: sistemako makinen egonkortasuna, makinen errotereko angelu-aldaketa handiak eragiten dituzten perturbazioen aurrean.

Azalaren irizpidea:

- Makinak perturbazio baten ondoren egonkortasuna mantentzen duen ala ez zehazten du.
- Ez du kalkulatzen denboran zehar duen ibilbidea.
- Sinplifikazioak:
 - Potentzia infinituko korapilo batera konektaturiko makina sinkronoa.
 - Moteltzerik gabe ($D=0$).
 - Kontrol primario gabeko sorgailuaren eredu sinplifikatua.



$$\frac{2H}{\omega_0} \frac{d^2 \delta}{dt^2} = p_m - p_e$$



$$\frac{d^2 \delta}{dt^2} = \frac{\omega_0}{2H} \cdot (p_m - p_e)$$

$$d \left[\left(\frac{d\delta}{dt} \right)^2 \right] = \frac{\omega_0}{H} \cdot (p_m - p_e) d\delta$$

7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna

Egonkortasun iragankorra. Azalaren irizpidea.

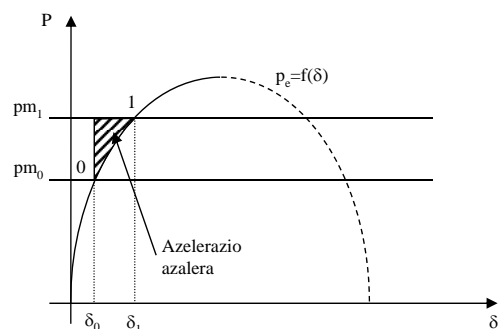
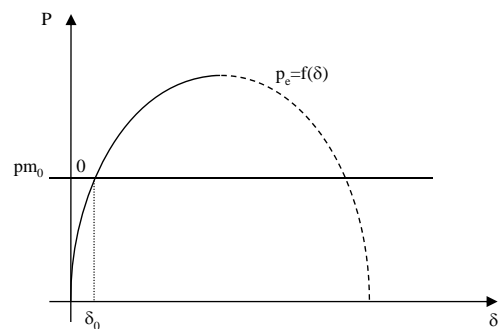
Hasierako egoera: sinkronismoa

- Abiadura: ω_0
- Angelua: δ_0
- Oreka: $p_{e0} = p_{m0} = \frac{E_0 \cdot V}{X_d} \sin(\delta_0)$

Perturbazioa: p_m igo

• **0-1 ibilbidea (azelerazioa):**

- Azelerazioa:
 - Maximoa 0 $\left. \frac{d^2 \delta}{dt^2} \right|_{\delta_0} = \frac{\omega_0}{2H} \cdot (p_{m1} - p_{e0}) > 0$
 - Zero 1 $\left. \frac{d^2 \delta}{dt^2} \right|_{\delta_1} = \frac{\omega_0}{2H} \cdot (p_{m1} - p_{e1}) = 0$
- Abiadura
 - Sinkronoa 0
 - Maximoa 1



$$\int_{\delta_0}^{\delta_1} d \left[\left(\frac{d\delta}{dt} \right)^2 \right] = \int_{\delta_0}^{\delta_1} \frac{\omega_0}{H} \cdot (p_m - p_e) d\delta \quad \rightarrow \quad \int_{\delta_0}^{\delta_1} (p_m - p_e) d\delta = \frac{H}{\omega_0} \cdot \left(\frac{d\delta}{dt} \right)^2 \Big|_{\delta_1} = A_{acel}$$

7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna

Egonkortasun iragankorra. Azalaren irizpidea.

• 1-2 ibilbidea (dezelerazioa):

• Dezelerazioa:

• Zero 1 $\left. \frac{d^2\delta}{dt^2} \right|_{\delta_1} = \frac{\omega_0}{2H} \cdot (p_{m1} - p_{e1}) = 0$

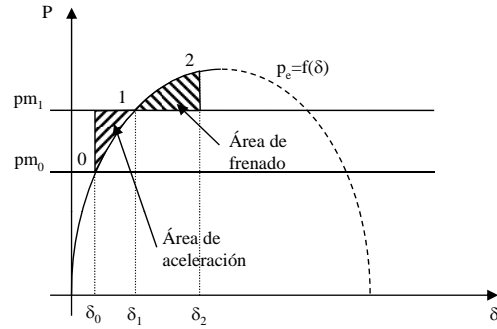
• Maximoa 2

$\left. \frac{d^2\delta}{dt^2} \right|_{\delta_2} = \frac{\omega_0}{2H} \cdot (p_{m1} - p_{e2}) < 0$

• Abiadura

• Maximoa 1

• Sinkronoa 2



$$\int_{\delta_1}^{\delta_2} d \left[\left(\frac{d\delta}{dt} \right)^2 \right] = \int_{\delta_1}^{\delta_2} \frac{\omega_0}{H} \cdot (p_m - p_e) d\delta \rightarrow \int_{\delta_1}^{\delta_2} (p_m - p_e) d\delta = \frac{H}{\omega_0} \cdot \left(\frac{d\delta}{dt} \right)^2 \Big|_{\delta_1}^{\delta_2} = A_{fre}$$

Azalaren irizpidea:

• Egonkortasuna mantentzen da, baldin eta 2 puntu batera iristen bada, non abiadura sinkronismokoa izatera bueltatzen baita.

• Egonkortasuna mantentzen da, azelerazio-azalera dezelerazio-azalaren berdina bada.

$$|A_{acel}| = |A_{fre}|$$

$$A_{acel} = \int_{\delta_0}^{\delta_1} (p_m - p_e) d\delta = \frac{H}{\omega_0} \cdot \left(\frac{d\delta}{dt} \right)^2 \Big|_{\delta_0}^{\delta_1}$$

$$A_{fre} = \int_{\delta_1}^{\delta_2} (p_m - p_e) d\delta = \frac{H}{\omega_0} \cdot \left(\frac{d\delta}{dt} \right)^2 \Big|_{\delta_1}^{\delta_2}$$

7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna

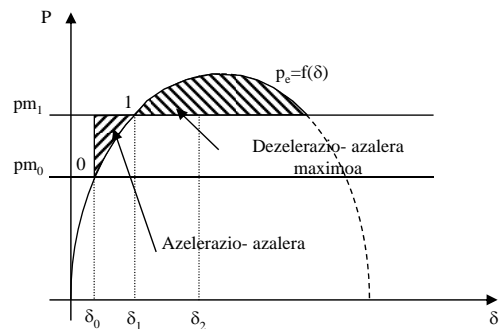
Egonkortasun iragankorra. Azalaren irizpidea.

Formulazio orokorra:

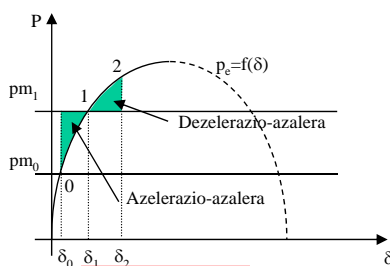
• Azelerazio-azalera dezelerazio-azalera maximoa baino txikiagoa bada, makina egonkor mantenduko da.

• Azelerazio-azalera dezelerazio-azalera maximoaren berdina bada, makina kritikoki egonkorra den egoera batean egongo da. Edozein perturbazio txikik sinkronismotik atera dezake, egonkortasuna galduz

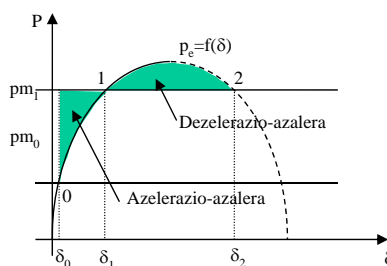
• Azelerazio-azalera dezelerazio-azalera maximoa baino handiagoa bada, makinak egonkortasuna galduko du. Horrela, abiadura etengabe handitu eta sinkronismoa galduko da.



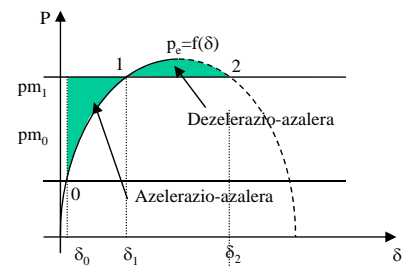
1 adibidea: potentzia mekanikoaren egoera.



Egonkorra



Kritikoki egonkorra

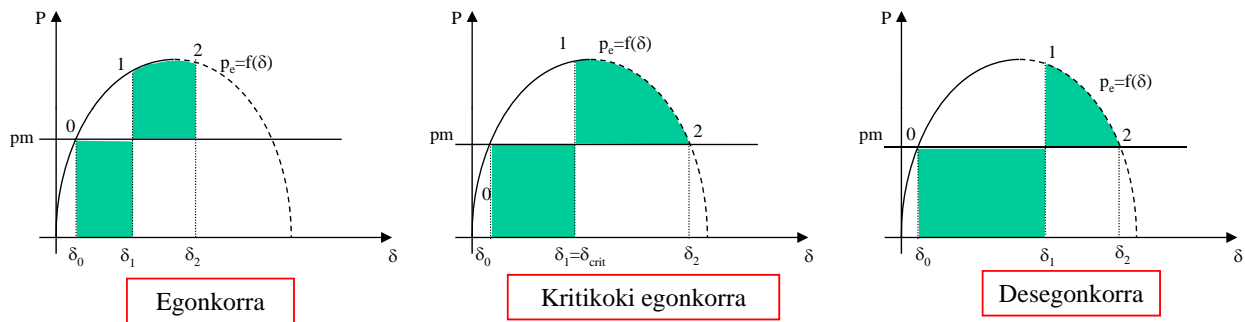
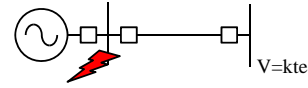


Desegonkorra

7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna

Egonkortasun iragankorra. Azalaren irizpidea.

2 adibidea: akats trifasikoa sorgailuaren borneetan.



Aplikazioa: akatsa garbitzeko dagoen denbora kritikoaren kalkulua.

$$|A_{acel}| = |A_{fre}| \Rightarrow \int_{\delta_0}^{\delta_{crit}} p_m d\delta = \int_{\delta_{crit}}^{\delta_2} (P_{max} \sin\delta - p_m) d\delta \Rightarrow \cos\delta_{crit} = \cos\delta_2 + \frac{p_m}{P_{max}} (\delta_2 - \delta_0)$$

Akatsean zehar:

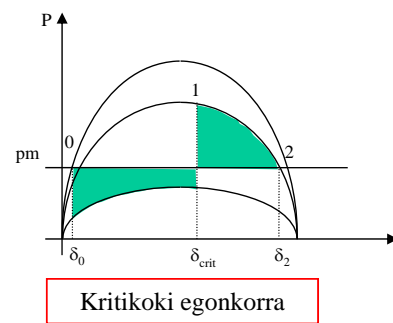
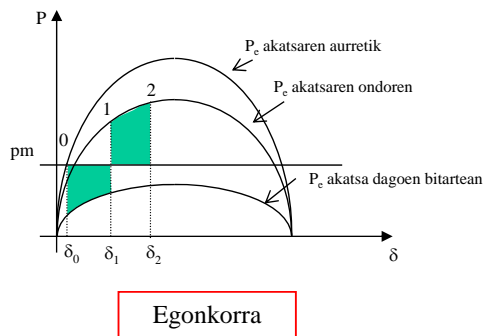
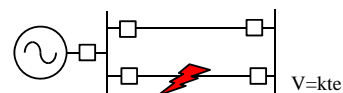
$$\frac{2H}{\omega_0} \frac{d^2\delta}{dt^2} = p_m \Rightarrow \frac{d\delta}{dt} = \frac{\omega_0}{2H} p_m t \Rightarrow \int_{\delta_0}^{\delta} d\delta = \int_0^t \frac{\omega_0}{2H} p_m t dt \Rightarrow \delta - \delta_0 = \frac{\omega_0}{2H} p_m \frac{t^2}{2}$$

$$t_{crit} = \sqrt{\frac{4H}{\omega_0 p_m} (\delta_{crit} - \delta_0)}$$

7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna

Egonkortasun iragankorra. Azalaren irizpidea.

3 adibidea: zirkuitu bikoitz bateko linea baten galera akats trifasiko baten eraginez.



7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna Egonkortasun iragankorra. Zenbaki-ebazpena.

Oszilazio-ekuazioaren soluzioa:

- Lehen ordenako ekuazio diferentzialen sistemaren zenbaki integrazioa.
- Egonkortasunaren azterketa, makinaren aldagaien denbora-bilakaera aztertuz.

$$\frac{d^2\delta}{dt^2} = \frac{\omega_0}{2H} \left[p_m - p_e - \frac{D}{\omega_0} (\omega - \omega_0) \right] \longrightarrow \begin{cases} \frac{d\delta}{dt} = \omega - \omega_0 \\ \frac{d\omega}{dt} = \frac{\omega_0}{2H} \left[p_m - p_e - \frac{D}{\omega_0} (\omega - \omega_0) \right] \end{cases}$$

Eulerren iragarpen-zuzenketa algoritmoa

1. Iragarpena

2. Zuzenketa $[x]_{i+1,p} = [x]_i + [\dot{x}]_i \cdot \Delta t$

$$[x]_{i+1,c} = [x]_i + ([\dot{x}]_i + [\dot{x}]_{i+1,p}) \cdot \frac{\Delta t}{2}$$

$$[x] = \begin{bmatrix} \delta \\ \omega \end{bmatrix} \quad [\dot{x}] = \begin{bmatrix} \frac{d\delta}{dt} \\ \frac{d\omega}{dt} \end{bmatrix}$$

7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna Egonkortasun iragankorrean eragina

Akatsak garbitzearen denbora kritikoa eragina.

Adibidea:

- Potentzia infinituko korapilo batera konektaturiko sorgailua.
- Akats trifasiko bat mantentzearen denbora kritikoa.

Eredua	Denbora kritikoa (ms)
Simplifikatua	236
Zehatza (sorgailua)	309
Zehatza (sorgailua+kitzikapena)	323
Zehatza (sorgailua+kitzikapena+abiadura)	331

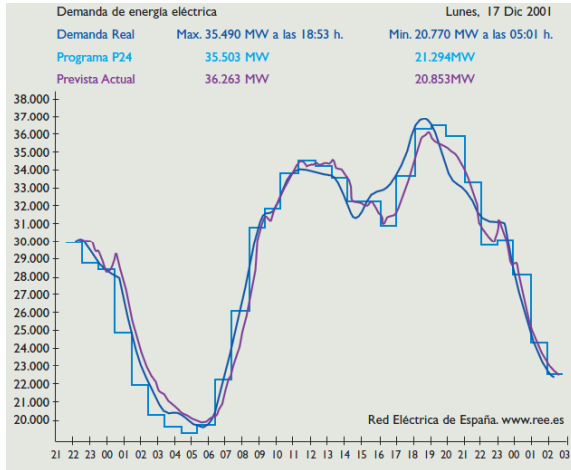
Eraginak eta ondorioak:

- Eredua konplexuago egitean handiago egiten da denbora kritikoa.
- Eredu sinplifikatuak emaitza kontserbadoreegiak ematen ditu.
- Sorgailua xehetasunez irudikatzean, barne-moteltzea kontuan hartzen da fluxu-loturen aldaketa dela eta.
- Kitzikapen-kontrolak eragin handiagoa dauka egonkortasuna mantentzean, abiadura-kontrolak baino.

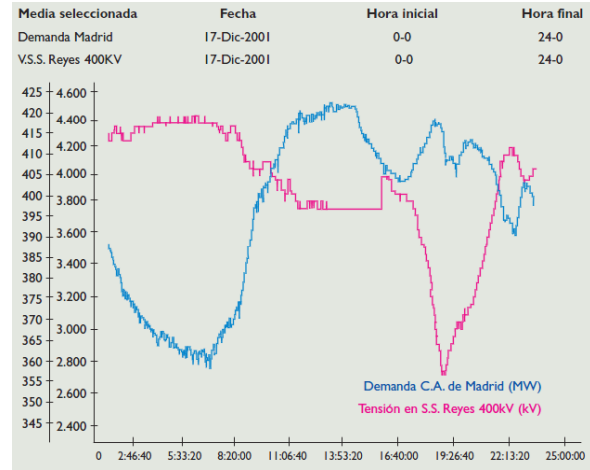
7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna Tentsio-egonkortasuna

- Tentsio-egonkortasuna: perturbazio baten ondoren, sistema batek korapilo guztietan tentsio egokiak mantentzeko daukan ahalmena.

Adibidea: eskari elektrikoaren igoera, hotza zela eta, 2001eko abenduan.

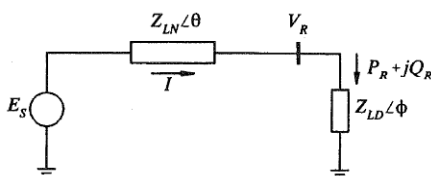


Espainiako penintsulako sistema elektrikoaren eskariaren bilakaera 2001eko abenduaren 17an.



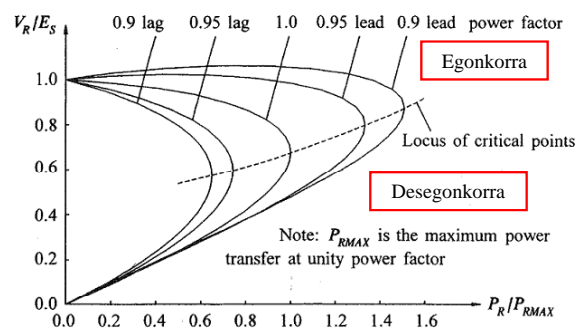
Madrilgo erkidegoko eskariaren eta San Sebastián de los Reyes-eko (400 kV) tentsioaren bilakaera 2001eko abenduaren 17an.

7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna Tentsio-egonkortasuna



$$\underline{E}_S = \underline{V}_R + \underline{Z}_{LN} \cdot \underline{I}$$

$$\underline{S}_R = P_R + jQ_R = \underline{V}_R \cdot \underline{I}^*$$



P-V kurbak:

- P potentzia balio bakoitzarentzat bi V tentsio-balio daude (goikoa operazio-puntu egonkorragi dagokio).
- Potentzia-faktore jakin batentzat transmiti daitekeen potentziaren balio maximo bat dago.
- Kargaren gehiegizko handitzeak tentsioaren beherakada jarraitua eragiten du eta, azkenik, sistemaren desegonkortasuna.

7. gaia. Sorgailu elektrikoaren egonkortasuna

Tentsio-egonkortasuna

Tentsio-kolapsoa: tentsio-desegonkortasuna sortzen duen zenbait gertakizunen ondorio da, eta tentsio-balio txikiak agertzen dira sistemaren zati handi batean.

Tentsio-kolapsoaren egoera ohikoa:

- Kontsumo-guneetatik gertu dauden zentralak geldirik daude eta, ondorioz, garraio-lineak oso kargaturik daude eta potentzia errektiboaren erreserba txikia da.
- Linea baten galerak aldameneko lineetan karga eta potentzia errektiboko galerak igotzea eragiten du eta, ondorioz, igo egingo da potentzia errektiboaren eskaria ere.
- Tentsioaren beherakada kontsumoguneetan, potentzia errektiboaren igoeraren eraginez. Horrek kontsumoa murriztea eragiten du, eta, ondorioz, lineetako potentzia-fluxua. Hala ere, sorgailuek berehala igoarazten dute tentsioa kitzikapena igoz eta potentzia errektiboa emanez. Ondorioz, sorgailuen transformadore eta lineetan zehar doan potentzia errektiboa handiagotu egingo da, eta tentsioa erori egingo da.
- Garraio-lineetan gertatzen den tentsio-beherakadak banaketa-sarean eragiten du, baina hartune aldakorreko transformadoreak banaketa-aldean tentsioari eusten saiatuko dira. Ondorioz, garraio-lineetako fluxua handiagotu egingo da, tentsio-erorketa handiagoak izango dira, eta sorgailuek eman beharreko potentzia errektiboa ere bai.
- Pixkanaka, sorgailuak bere potentzia errektiboaren mugara iristen dira. Muga horretara iristean, sorgailu baten tentsioa jaisten hasten da. Horrek estatoreko korronea igotzea eragiten du, eta horrek potentzia errektiboa mugatzen du estatorea gehiegi berotu ez dadin. Potentzia errektiboaren gabezia beste sorgailu batzuek emango dute eta, horrela, gero eta sorgailu gehiago iritsiko dira bere mugara. Gainera, tentsioa murrizten denean, murriztu egiten da kondentsadore multzoen eraginkortasuna.
- Prozesuak tentsioaren beherakada handia eta zabaldua eragin dezake. Sorgailuen arteko sinkronismoa gal daiteke eta handiagoa edo txikiagoa izan daitekeen itzalaldi bat ager daiteke.

8. GAIA. ZENTRALEN KONTROLA

- 8.1 Sarrera
- 8.2 Sorgailuaren kontrol primarioa
 - 7.2.1 Tentsioaren kontrol primarioa
 - 7.2.2 Maiztasunaren kontrol primarioa
- 8.3 Tentsioaren kontrol sekundarioa
- 8.4 Maiztasunaren kontrol sekundarioa (AGC)
- 8.5 Kontrol tertziarioa

8. gaia. Zentralen Kontrola Sarrera

■ Sistema elektriko batean, beharrezkoa da funtzionamendu-aldagai guztiak muga batzuen barnean mantentzea.

■ Kontrolatzen diren aldagaiak:

■ Tentsioa, balio izendatuaren inguruko banda batean:

390 kV – **400 kV** – 420 kV
205 kV – **220 kV** – 245 kV

Nivel de tensión	Fallo simple (N-1) de línea, transformador, grupo o reactancia	Fallo de doble circuito o de grupo y línea (N-2)
220 kV	205-245 kV	200-245 kV
400 kV	380-435 kV	375-435 kV

■ Maiztasuna, balio izendatuaren inguruko banda batean:

49,85 Hz – 50 Hz – 50,15 Hz

Kontrol motak:

■ *Tentsioaren kontrola.* Potentzia errektiboaren fluxuekin erlazionaturik dago. Potentzia errektiboaren sorkuntzaren eta kontsumoaren arteko desorekek tentsioaren aldaketa lokalak sortzen dituzte. QV kontrola.

■ *Maiztasunaren kontrola.* Potentzia aktiboaren fluxuekin erlazionaturik dago. Potentzia aktiboaren sorkuntzak eta kontsumoaren arteko desorekek maiztasunaren aldaketa globalak sortzen dituzte sisteman. Pf kontrola.

8. gaia. Zentralen Kontrola Sarrera

■ Nahiz eta maiztasuna eta tentsioa akoplaturik egon, kontrolak desakoplaturik daudela (independentek direla) suposatzen da:

- Potentzia aktiboaren aldaketek maiztasun-aldaketak eragiten dituzte batez ere.
- Potentzia errektiboaren aldaketek tentsio-aldaketak eragiten dituzte batez ere.

■ Kontrola modu zentralizatuan egiten da, kontrol-egitura hierarkiko baten bidez:

■ *Kontrol primarioa.* Kontrol lokala zentral edo azpiestazio batean. Erantzun-denbora azkarra da:

- Tentsioaren kontrol primarioa: gehienez segundoren bat.
- Maiztasunaren kontrol primarioa: 2 eta 20 segundo artean.

■ *Kontrol sekundarioa.* Kontrol inguru baten mailako kontrola da. Erantzun-denbora kontrol primariokoa baino geldoagoa da:

- Tentsioaren kontrol sekundarioa: zenbait segundo.
- Maiztasunaren kontrol sekundarioa : 20 segundo eta 2 minutu artean.

■ *Kontrol tertziarioa.* Sistema osoaren gaineko kontrola da.

8. gaia. Zentralen Kontrola Sarrera

■ Tentsioaren kontrolean parte hartzen dutenak:

- Sorgailuen tentsio erreguladorea (AVR Automatic Voltage Regulator)
- Transformadoreen hartune aldagailua
- Kondentsadore sinkronoa
- Kondentsadore-bateriak
- Erreaktantiak
- Elektronikoki kontrolaturiko kondentsadore eta erreaktantzia multzoak: FACTS (Flexible AC Transmission System)

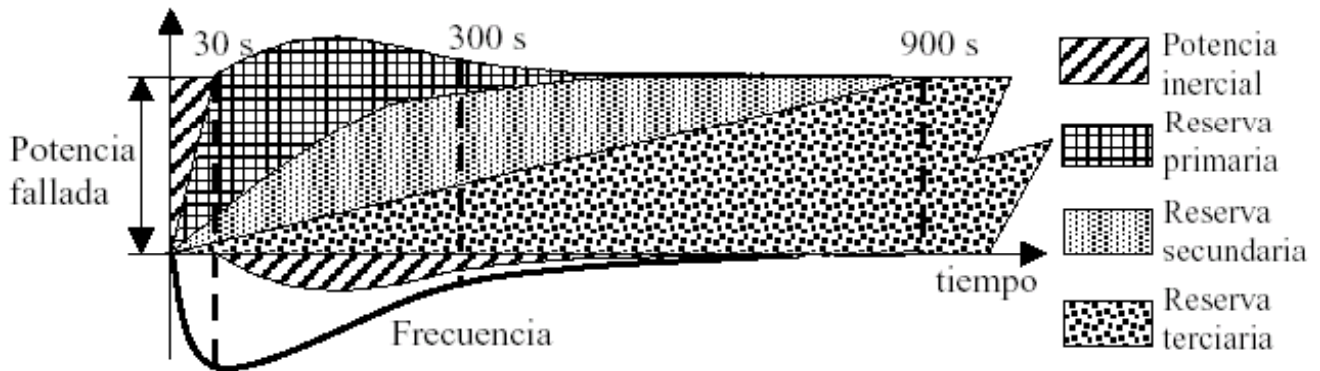
■ Maiztasunaren kontrolean parte hartzen dutenak:

- Sorgailuen abiadura-erreguladorea (LFC Load Frequency Control)
- Kargak deskonektatzeko maiztasun-erreleak

■ Sorgailua da ekiporik malguena, tentsioaren nahiz maiztasunaren erregulazioa egiten baitu.

8. gaia. Zentralen Kontrola

Maiztasun-kontrolaren erantzun-sekuentzia



Kontrolaren elementuak

- **Kontrol primarioa:** abiadura-erregulatzaila
- **Kontrol sekundarioa:** sorkuntzaren kontrol automatikoa (Control Automático de Generación (AGC))
- **Kontrol tertziarioa:** sistema-operatzailearen kontsignak

8. gaia. Zentralen Kontrola

Kontrol primarioa sorgailuan

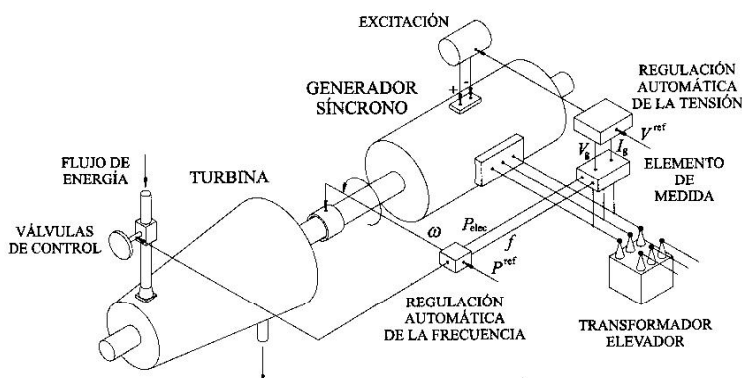
■ Sorgailu sinkronoa gai da sortzen duen potentzia aktiboa eta erreaktiboa modu jarraian aldatzeko, bi kontrol begizten bidez:

■ Tentsioaren kontrol automatikoak Q ardatzean eragiten du.

■ Kontrolak kitzikapen-sisteman eragiten du.

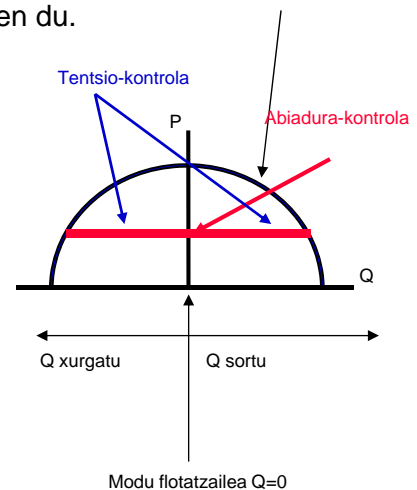
■ Maiztasunaren kontrol automatikoak P ardatzean eragiten du.

■ Kontrolak turbinaren sarreran eragiten du.



Funtzionamenduko mugako kurba:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = S_n$$



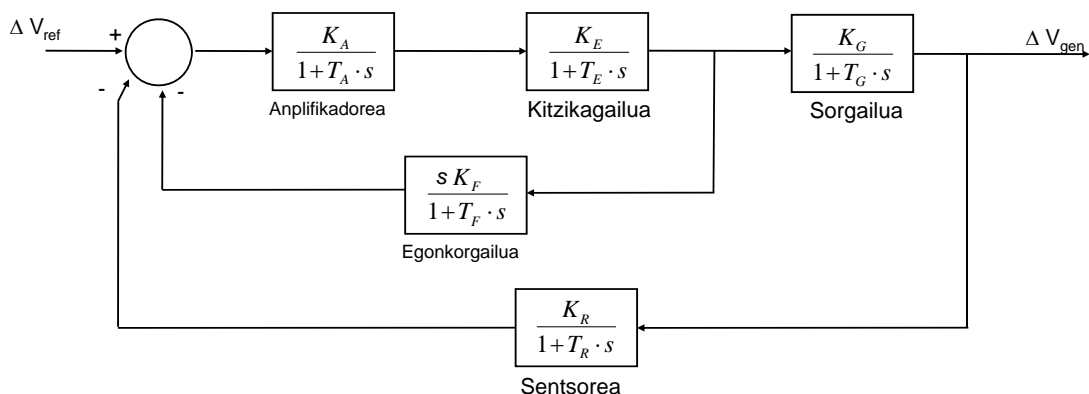
8. gaia. Zentralen Kontrola

Tentsioaren kontrol primarioa

■ Tentsioaren kontrol primarioaren funtzioa:

- Kontsigna-tentsioa sareko korapilo batean mantentzea. Normalean, korapilo hori da sorgailua konektaturik dagoena.

■ Tentsio-kontrolaren oinarritzko egitura:



8. gaia. Zentralen Kontrola

Tentsioaren kontrol primarioa

■ Tentsio-kontrolaren osagaiak:

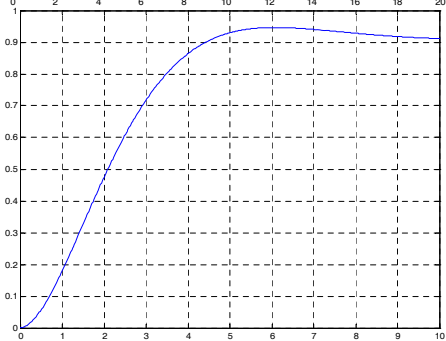
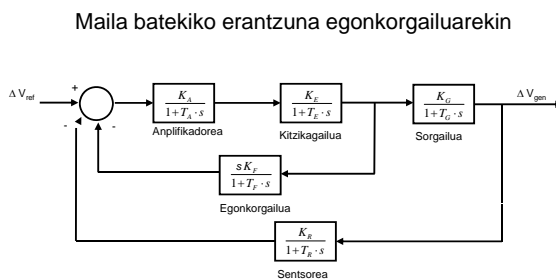
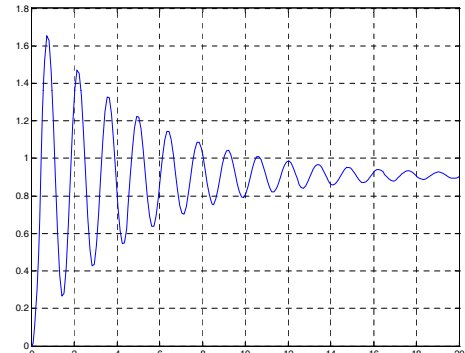
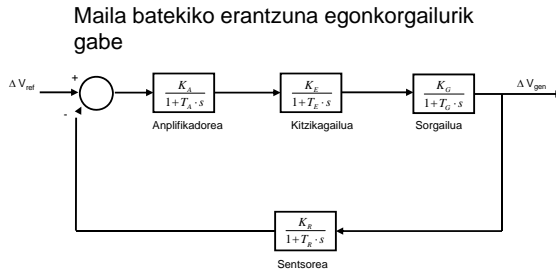
- *Anplifikadorea*. Bere funtzioa errorea anplifikatzea da. Anplifikadore magnetikoa, birakaria edo elektronikoa izan daiteke. Irabazia (K_A) 10 eta 400 bitartean, eta denbora konstantea T_A 0,02 eta 0,1 s bitartean.
- *Kitzikagailua*. Errorearen arabera, errotorearen kitzikapena handiagotu edo txikiagotu egiten du. K_E 1 inguruan eta T_E 0,5 eta 1 s bitartean.
- *Sorgailua*. Kitzikapenaren arabera, irteerako tentsioa aldatu egiten da. K_G 0,7 eta 1 bitartean, eta T_G 1 eta 2 bitartean.
- *Sentsorea*. Tentsioa neurtzen du TT baten bidez eta arteztu egiten du. K_S 1 inguruan eta T_S 0,01 eta 0,06 s bitartean.

8. gaia. Zentralen Kontrola

Tentsioaren kontrol primarioa

■ Tentsio-kontrolaren osagaiak:

- Egonkorgailua: kontrolaren erantzun iragankorra hobetzea da bere funtzioa.



8. gaia. Zentralen Kontrola

Maiztasunaren kontrol primarioa

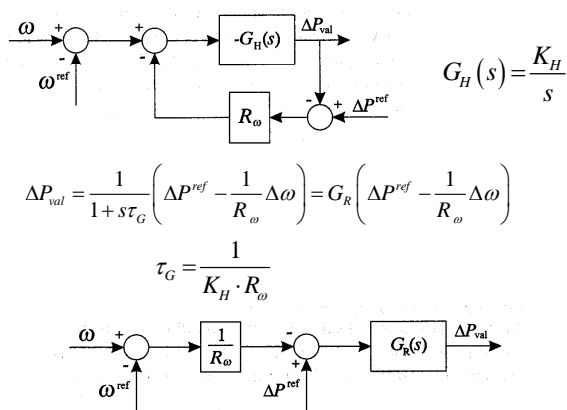
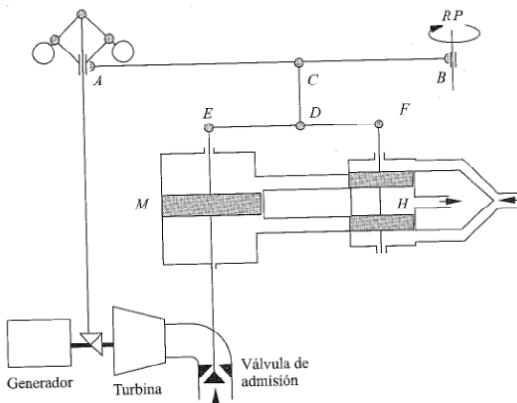
- **Maiztasunaren kontrol primarioaren funtzioak:** makinaren abiadura konstante mantentzea.

■ Maiztasunaren kontrol primarioaren begizta:

Erreguladoreak abiaduraren aldaketa antzematen du eta turbinaren sarrera aldatzen du, potentzia mekanikoa aldatzeko eta abiadura balio iraunkor berri batera eramateko.

Urte askoan zehar, Watt erreguladorean oinarrituriko sistema mekanikoak erabili dira, baina gaur egun erreguladore elektronikoak erabiltzen dira.

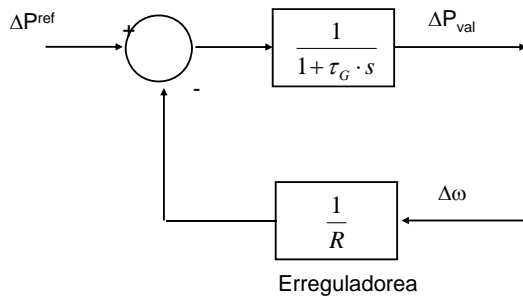
Erreguladoreak abiaduraren erreferentzia-balioa eta neurturiko balioa jasotzen ditu, eta turbinan sartzen den potentzia aldatzen du, sarreran eragiten duen amplifikadore hidrauliko batean eraginez.



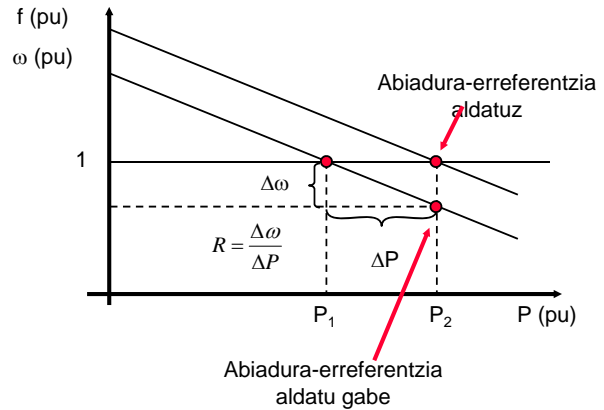
8. gaia. Zentralen Kontrola Maiztasunaren kontrol primarioa

■ Maiztasunaren kontrol primarioaren begizta:

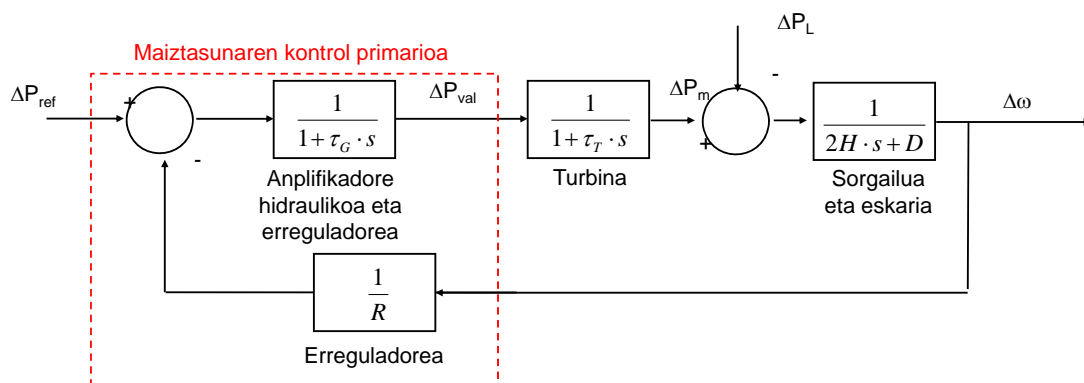
- Erreguladorearen ezaugarri bat R konstantea da. Konstante horren balio tipikoak: 0,05 ÷ 0,06 Hz_{pu}/MW_{pu}. τ_G 0,2 eta 0,5 s bitartean dago.



$$\Delta P_{val}(0) = \Delta P(0) = \left(\Delta P^{ref} - \frac{1}{R} \Delta \omega \right)$$



8. gaia. Zentralen Kontrola Maiztasunaren kontrol primarioa



ΔP_{ref} : Potentzia-konsignaren aldaketa.

ΔP_{val} : Turbina-sarreraren potentziaren aldaketa.

ΔP_L : Eskaturiko potentziaren aldaketa.

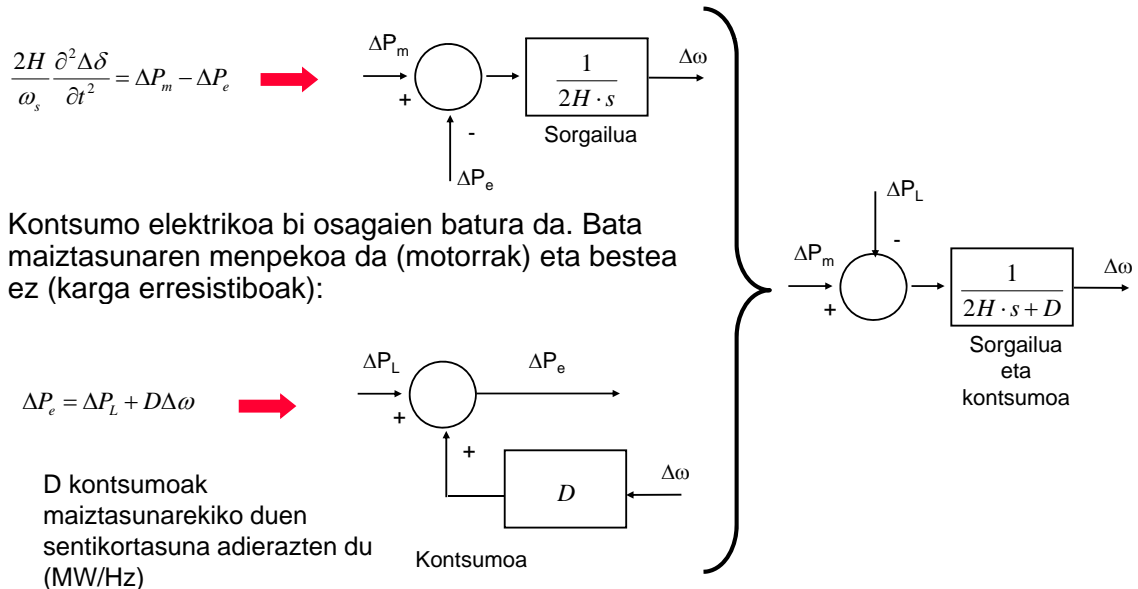
ΔP_m : Potentzia mekanikoaren aldaketa.

$\Delta \omega$: Abiaduraren aldaketa (maiztasuna), unitateko.

8. gaia. Zentralen Kontrola Maiztasunaren kontrol primarioa

■ Sorgailua eta kontsumoa:

Sorgailuaren erantzuna oszilazio-ekuazioaren arabera da:



8. gaia. Zentralen Kontrola Tentsioaren kontrol sekundarioa

■ Tentsioaren kontrol sekundarioaren funtzioak:

- Garraio-sarean tentsio profil egokia mantentzea.
- Potentzia erreaktiboaren erreserbak mantentzea, sistemaren hainbat eremutan tentsio-aldaketei aurre egiteko.

■ Funtzionamendu-printzipioa:

- Sistema kontrol-eremuetan banatzen da.
- Eremu bakoitzean korapilo batzuk zehazten dira (korapilo pilotuak). Korapilo bakoitzean kontsigna balio bat zehazten da. Aukeraturiko korapiloak:
 - Tentsioei dagokienez, eremuko korapilo multzoaren adierazgarri izan behar dira.
 - Erraz kontrolatzekoak izan behar dira.
- Korapilo pilotu bakoitzari zenbait sorgailu izendatzen zaizkio, tentsio-kontsigna mantentzeko helburuarekin.
- Kontrol sekundarioak sorgailuak koordinatzen ditu korapilo pilotuen tentsioa mantenduz eta, horrela, kontrol-eremuaren tentsio profila ziurtatuz.

8. gaia. Zentralen Kontrola Maiztasunaren kontrol sekundarioa (AGC)

■ Maiztasunaren kontrol sekundarioa edo AGC (Automatic Generation Control). Bere funtzioak:

- Sisteman aldaketak edo perturbazioak daudenean, kontroladore primarioak sorturiko maiztasun-errorea zuzentzea, errorea zero eginez.
- Sorkuntza kargari doitu.

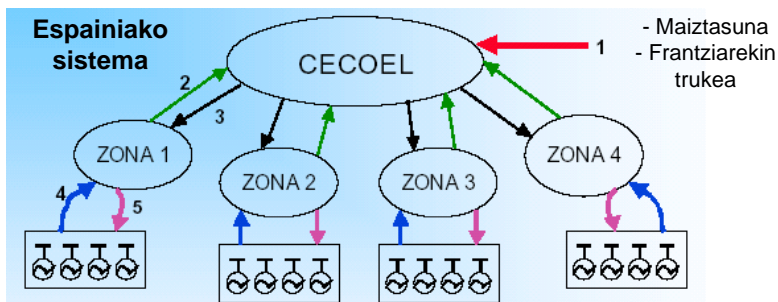
■ Funtzionamendu-printzipioa:

- Sistema kontrol-eremuetan banatzen da. Ereku bakoitzean, bat-batean zabaltzen dira maiztasunaren aldaketak.
- Sistemaren P^{ref} erreferentzia-balioaren aldaketa zehazten duen integratzaile batean sarturiko eremu-errorea (EE).
 - Eremuko maiztasunaren errorearekiko proportzionala den osagaia (f_1).
 - Potentzia-trukearen errorearekiko proportzionala den osagaia (P_{12}).

$$\Delta P^{ref} = -\frac{K_I}{s} EE(s)$$

$$EA_1 = B_1 \Delta f_1 + \Delta P_{12}$$

8. gaia. Zentralen Kontrola Maiztasunaren kontrol sekundarioa (AGC)



$$EE_i = \text{DESVGENZ}_i + \text{maiztasun errorea} + \text{CRR}_i$$

DESVGENZ_i = Eremuko sorkuntzaren desbideraketa, programaturiko balioekiko.

CRR_i = Koordinazio-seinalea Frantziarekin dagoen trukea kontrolatzeko.

CECOEL (Centro de Control Eléctrico), REEren parte da

- Erregulazio-behar osoak kalkulatu (PRR)

$$\text{PRR} = \text{DESVFRAN} + \sum \text{DESVGENZ}_i$$

$$\text{DESVFRAN} = \text{Frantziarekin trukea egiten duten lineetan doan potentziaren desbideraketa.}$$
- Kontrol-eremu bakoitzera bidali behar den CRR koordinazio-seinaleen balioa kalkulatu du.

$$\text{CRR}_i = K_i * \text{PRR}$$
- K_i , ordu bakoitzean aldatzen da, erregulazio sekundarioko merkatuan irten den emaitzaren arabera.
- 4 segundoro kalkulatu dira balio berriak.

8. gaia. Zentralen Kontrola

Kontrol tertziarioa

- Kontrol tertziarioa maiztasunaren eta tentsioaren baterako kontrola da. Kargen banaketa optimoan oinarritzen da eta, segurtasunaren eta ekonomiaren ikuspegitik, sistema bere osotasunean hartzen du kontuan.
- Tentsioarentzat, kontrolak zehazten ditu, sistema osoaren informazioa erabiliz, erreaktantzia eta kondentsadore-baterien egoera, transformadoreen erregulazio-hartuneen egoera eta korapilo pilotuen tentsio-kontsignak. Balio horiek kontrol sekundarioari bidaltzen dizkio, eta hori arduratuko da, sorgailuen kontrol primarioan eraginez, balio horiek mantentzeaz.
- Maiztasunarentzat, kontrol tertziarioak potentzia aktiboaren ekoizpen-balioak bidaltzen dizkie sistemako sorgailuei.

9. GAIA. ZENTRALEN BABESA

- 9.1. Sarrera
- 9.2 Akats motak
- 9.3 Sorgailuaren babes
- 9.4 Sorgailuaren babes-eskema
- 9.5 Transformadorearen babes
- 9.6 Transformadorearen babes-eskema
- 9.7 Laguntza-sistemen babes

9. gaia. Zentralen Babesa Sarrera

■ Zentral bateko babes-sistemen funtzioak:

- Zentraleko ekipoak barne-akatsen aurrean babestu eta zentrala deskonektatuz akatsak sarera zabaltzea saihestu.
- Zentraleko ekipoak kanpo-akatsen aurrean babestu eta zentrala deskonektatuz akatsak zentral barrura zabaltzea saihestu.

■ Erabilitako babes motak:

- Intentsitate-babesa
- Tentsio-babesa
- Babes diferentziala
- Maiztasun-babesa
- Potentzia-babesa
- Distantzia-babesa
- Babes termikoa

9. gaia. Zentralen Babesa Akats motak

- Sorgailu batean gerta daitezkeen akatsak
 - Isolatzaileak kaltetzea:
 - ◆ Estatoreko faseen arteko kontaktua.
 - ◆ Estatoreko fase bereko espiren arteko kontaktua.
 - ◆ Estatorearen eta lurraren arteko kontaktua.
 - ◆ Errotorearen eta lurraren arteko kontaktua.

 - Funtzionamendu-egoera ezohikoak:
 - ◆ Kitzikapenaren galera
 - ◆ Desorekaturiko kargak
 - ◆ Gainabiadura
 - ◆ Gainkargak
 - ◆ Barne-gaintentsioak
 - ◆ Maiztasuna
 - ◆ Potentzia-alderanzketa
 - ◆ Labainketa-akatsak
 - ◆ Harilketa eta nukleo magnetikoa hoztearen akatsa

9. gaia. Zentralen Babesa Akats motak

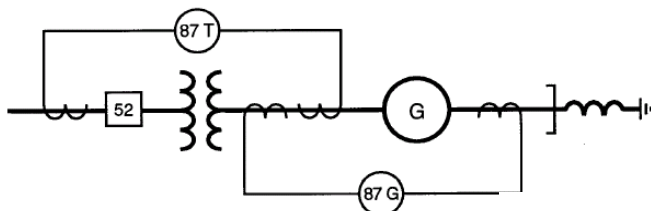
- Transformadore batean gerta daitezkeen akatsak:
 - Isolatzaileak kaltetzea:
 - Faseen arteko kontaktua
 - Fase bereko espiren arteko kontaktua
 - Zirkuitu magnetikoarekin kontaktua
 - Lurrerako (masa) kontaktua

 - Funtzionamendu-egoera ezohikoak:
 - Gainkargak
 - Kanpoko sareko zirkuitulaburrak
 - Gaikitzikapena

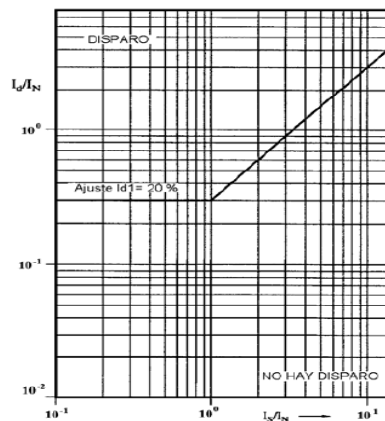
- Laguntza-sistemetan gerta daitezkeen akatsak:
 - Isolamenduaren galerak eragindako akatsa.
 - Funtzionamendu-egoera ezohikoak tentsioaren aldaketengatik.
 - Funtzionamendu-egoera ezohikoak maiztasunaren aldaketengatik.

9. gaia. Zentralen Babesa Sorgailuaren babesa

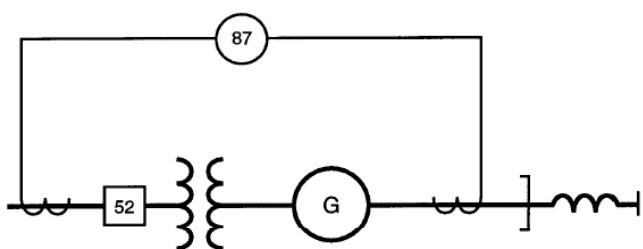
- Estatoreko faseen arteko kontaktuaren aurkako babesa (87G)
 - Ehunekoaren araberako babes diferentziala erabiltzen da babes nagusi gisa.
 - Gainintensitate-babesa (51G) erabiltzen da laguntza-babes gisa.



Babes diferentzial independentea sorgailu eta transformadorearentzat



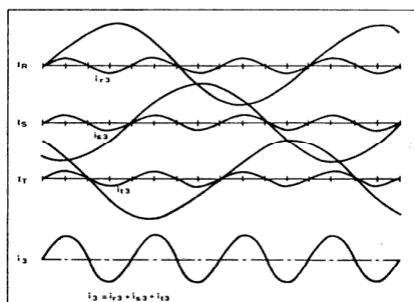
Ehunekoaren araberako babes diferentziala



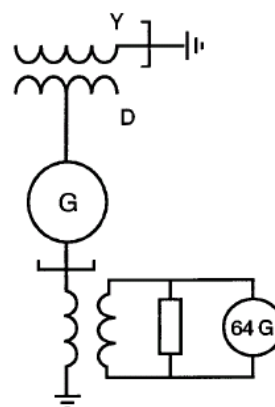
Multzoaren babes diferentziala. Sorgailu eta transformadorearentzat komuna

9. gaia. Zentralen Babesa Sorgailuaren babesa

- Estatorearen eta lurraren arteko kontaktua (64G)
 - Sorgailuetan izaten den akatsik ohikoena da. Ondoren ematen diren espiren arteko eta faseen arteko kontaktuen jatorria izaten da, eta kalte handiak sortzen dira sorgailuan.
 - Akats-intentsitatea txikia izan dadin, neutroa balio handiko inpedantzia batez konektaturik egoten da lurrera (transformadore monofasikoa neutroan).
 - Tentsio maximoko errele bat erabiltzen da, neutroko inpedantzian agertzen den tentsioa neurtuz. Iragazki bat erabiltzen da 3. armonikoarentzat; akats baten ondorioz neutroaren inpedantzian tentsio bat agertuko da eta erreleak erantzun egingo du.

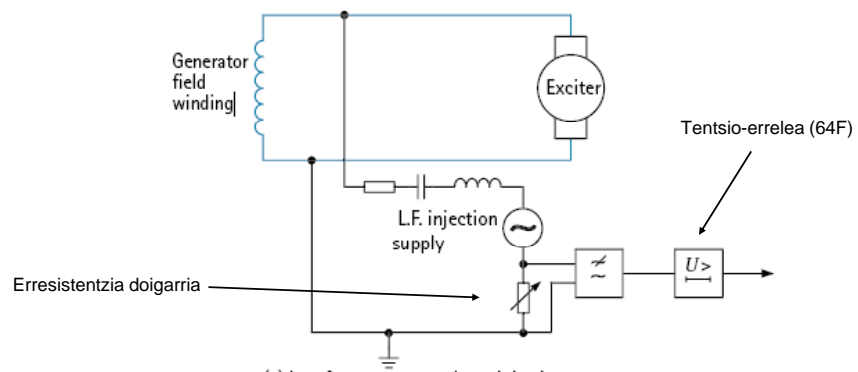


3. armonikoa



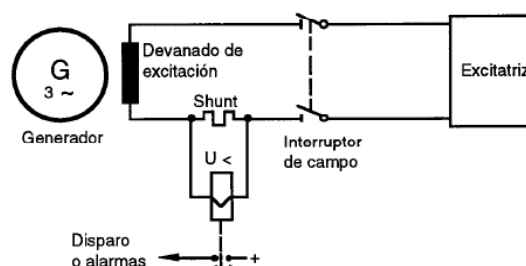
9. gaia. Zentralen Babesa Sorgailuaren babesa

- Errotorearen eta lurraren arteko kontaktuaren aurkako babesa (64F)
 - Kitzikagailua eta errotoreko zirkuitua lurretik isolaturik daude.
 - Akats bakar batek ez du kalterik sortzen, baina bigarren akatsen batek zirkuitulaburrean utziko du harilketaren zati bat. Horren ondorioz, burdinarteko fluxu magnetikoan desorekak agertuko dira (bi poloen arteko diferentzia dela eta). Errotoreak biratzean esfortzu asimetrikoak agertuko dira ardatzean, eta bibrazio horiek kalteak sor ditzakete.
 - Akatsa antzemateko zenbait modu daude. Aukera bat da maiztasun txikiko korrante zuzeneko tentsio-iturri baten konexioa, akoplamendu kapazitibo baten bidez. Lurrerako akats bat gertatzen bada, doitzeko erresistentzian tentsio-erorketa bat sortuko duen korrante bat agertuko da. Erresistentziaren borneytan konektaturik dagoen tentsio maximoko errele batek akatsa antzemango du, tentsioaren balioak zehazturiko balio jakin bat gainditzen duenean.



9. gaia. Zentralen Babesa Sorgailuaren babesa

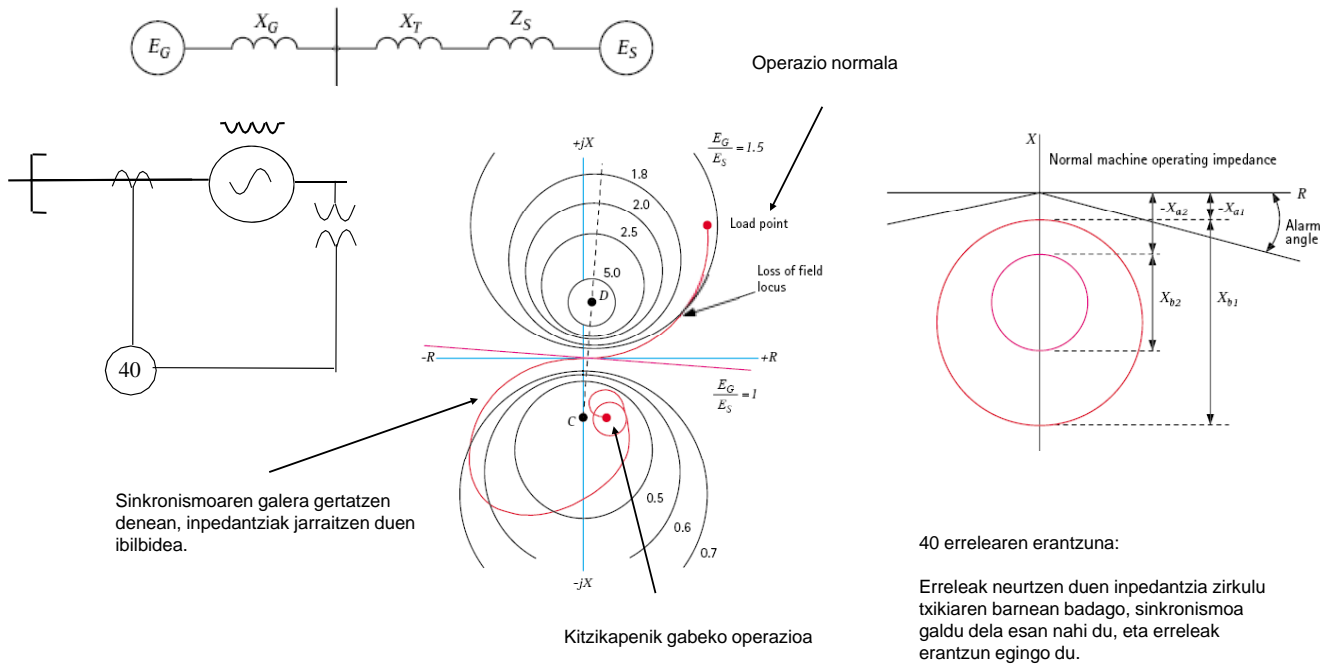
- Kitzikapenaren galeraren aurkako babesa (40)
 - Kitzikapenaren galerak sorgailuaren eta sarearen arteko sinkronismoaren galera dakar.
 - Egoera horretan, alternadorearen funtzionamendua indukzio-sorgailu batena da. Sareari P ematen dio, baina kitzikapenerako behar duen Q xurgatzen du. Errotoreko poloetan agertzen den korranteak beroketa handia sor dezake.
 - Sinkronismoa galtzeak ez du esan nahi sorgailua deskonektatu behar denik, irteerako tentsioa txikiegia ez bada behintzat. Deskonexioa egitekotan, sorgailuaren etengailua eta errotoreko etengailua zabalduko ziren, baina ez da eten behar eragingailu nagusia, gehienetan akatsa azkar konpontzen baita.
 - Sorgailu txikietan intentsitate minimoko errele bat erabiltzen da, kitzikapen-korrantea kontrolatzeko.



9. gaia. Zentralen Babesa Sorgailuaren babesa

■ Kitzikapenaren galeraren aurkako babesa (40)

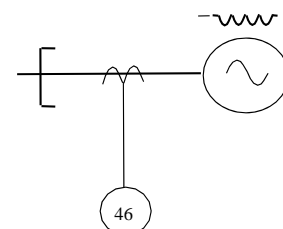
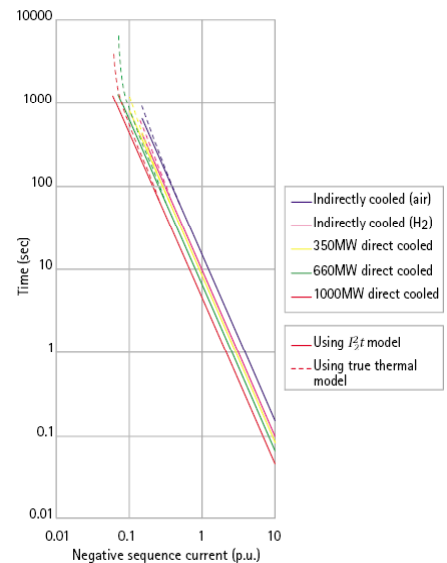
- Sorgailu handietan distantzia-errele bat erabiltzen da, sorgailuaren irteeran konektaturik kitzikapena galtzean gertatzen den inpedantzia-aldaketa antzemateko.



9. gaia. Zentralen Babesa Sorgailuaren babesa

■ Desorekaturiko kargen aurkako babesa (46)

- Desorekaturiko kargak eta akats asimetrikoek alderantzizko sekuentziako intentsitateak sortzen dituzte. Alderantzizko sekuentziako korrontek sorturiko eremuak errotorearen biraketaren aurkako noranzkoan biratzen du. Horrela, harilkatu inductorean, harilkatu indargetzailean, eta nukleoan sarearen maiztasun bikoitzeko korrontek induzituko dira. Horiek galerak sortzen dituzte eta errotorea modu arriskutsuan bero dezakete.
- Desorekak antzemateko, alderantzizko sekuentziako alderantzizko denborako gaitentsitate-erreleak erabiltzen dira.
- Babes-sistemak sorgailuaren etengailua zabaltzea eragingo du, sistematik isolatuz. Ez da sistema guztia gelditzen, akatsa azkar konpontzeko aukera egon baitaiteke.

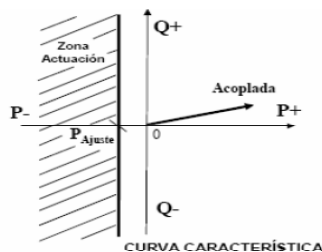
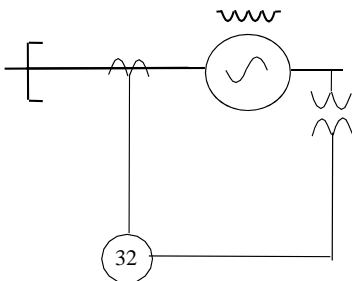


9. gaia. Zentralen Babesa Sorgailuaren babesa

- Gainabiaduraren aurkako babesa (12)
 - Sareari konektaturiko sorgailu batean zaila da hori gertatzea. Ez, ordea, irla moduan ari den sorgailu batean.
 - Babes-sistemak ez du makinaren etengailua zabaldu behar, horrek azelerazioa handituko bailuke. Egin behar dena turbinaren sarrera ixtea da.
- Ginkargen aurkako babesa (51)
 - Alternadoreek zirkuitulaburreko korrantea jasan dezakete, denbora-tarte jakin batean.
 - 87 babes diferentzialaren laguntza-babesa da. Hark ez badu erantzuten, honek egingo du.
 - Alderantzizko denborako gainintensitate-erreak erabiltzen dira.
- Gaintentsioen aurkako babesa (59)
 - Gaintentsioak ager daitezke errotorearen abiadura handitzean, abiaduraren erreguladorearen akatsa gertatzean edo tentsioaren erreguladorearen akatsa gertatzean.
 - Tentsio maximoa erreak erabiltzen dira. Horiek berehalakoak ($1,4 V_N$) edo tenporizatuak ($1,2 V_N$) izan daitezke.
- Maiztasun-babesa (81)
 - Ezohiko maiztasunekin lan egiteak kalte larriak sor ditzake sorgailuan eta turbinan. Aurretik finkaturiko denbora batez maiztasunak balio izendatu bat goitik (81H) edo behetik (81L) gainditzen badu, erantzuten du.

9. gaia. Zentralen Babesa Sorgailuaren babesa

- Potentziaren inbertsioaren aurkako babesa (32)
 - Sorgailuan motor moduan hasiko balitz, turbinan kalteak sor daitezke. Horregatik, sorgailuaren deskonexioa egin behar da.
 - Potentzia aktibo monofasikoko norabide-erreak baten bidez babesten da.



Prime Mover	Motoring Power (% of rated)	Possible Damage	Protection Setting
Diesel Engine	5-25	Fire/explosion due to unburnt fuel Mechanical damage to gearbox/shafts	50% of motoring power
Gas Turbine	10-15 (split shaft) >50% (single shaft)	gearbox damage	
Hydro	0.2-2 (blades out of water) >2 (blades in water)	blade and runner cavitation	
Steam Turbine	0.5-6	turbine blade damage gearbox damage on geared sets	

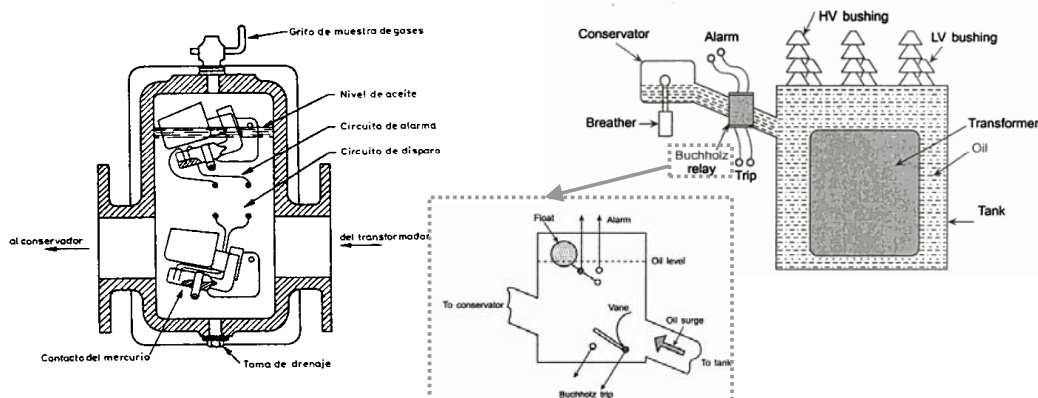
- Labainketa-akatsen aurkako babesa (38)
 - Kojineten tenperaturaren babesa
- Harilketa eta nukleo magnetikoa hoztearen akatsa (49)
 - Harilketaren tenperaturaren babesa

Ajustes de temperatura relé SEPAM serie 20
ANSI 38/49T - Temperatura (sondas)
Umbral de alarma y de disparo de 0 a 180 °C (o de 32 a 356 °F)

9. gaia. Zentralen Babesa Transformadorearen babesa

■ Buchholz errelea (63 B)

- ❑ Olio-bainuko transformadoreen barne-akatsen babesa.
- ❑ Barne-akatsak (isolatzailearen akatsak, eroaleen haustura, burdinaren beroketa...) eta ihesa dagoenean gertatzen den olio-mailaren aldaketa antzemateko erabiltzen da.
- ❑ Barne-akats batek isolatzaile solido eta likidoen deskonposizioa dakar. Ondorioz, burbuila moduan gainazalera igotzen den gasa sortzen da.
- ❑ Metaturiko gasak olio-maila jaitsarazten du, alarmaren bat edo etengailua eraginez.



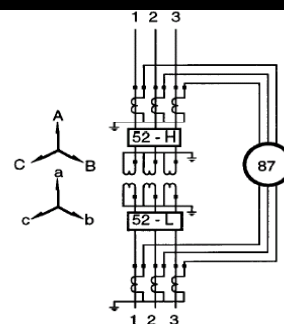
9. gaia. Zentralen Babesa Transformadorearen babesa

■ Buchholz-Jansen errelea (63 BJ)

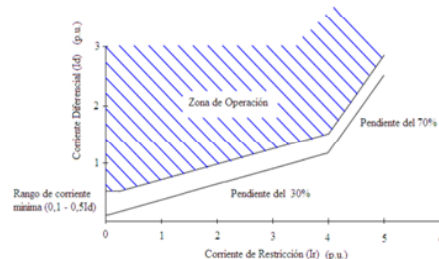
- ❑ Erreguladorearen hartune-konmutadorea eta transformadorea babesten ditu, erreguladorearen akatsaren kasuan.

■ Babes diferentziala (87)

- ❑ Faseen arteko eta fase-lurra akatsak antzematea.
- ❑ Fase bakoitzeko primarioaren sarrerako eta sekundarioaren irteerako intentsitateak alderatzen ditu.
- ❑ Iragazte-osagaiak erabiltzen ditu transformadorea energizatzean deskonexioa gerta ez dadin.

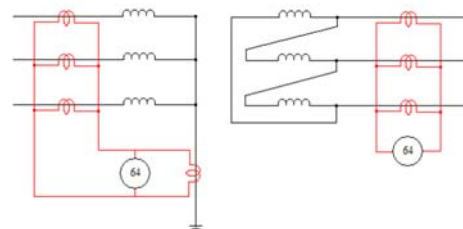


Protección diferencial de un transformador trifásico Yv0.



■ Lurrerrako babes murriztua 64

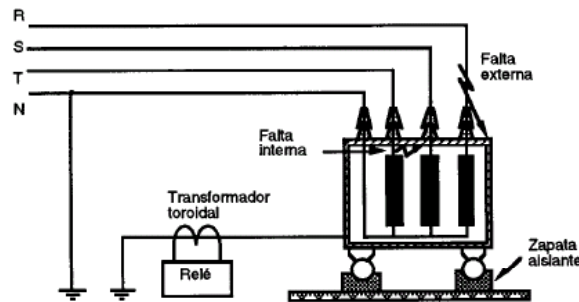
- ❑ Inpedantzia handiko lurrerrako akatsak antzematen ditu, babes diferentzialak baino sentikortasun handiagoarekin.



9. gaia. Zentralen Babesa Transformadorearen babesak

■ Upelaren babesak

- Masarako akatsen aurka babesten du transformadorea.
- Upelaren lurrerako konexioan intentsitate-transformadore bat ipintzen da. Transformadore horren sekundarioa berehalako gainintentsitate-errele batera konektaturik dago (50).
- Babesak erantzuteak ez du esan nahi transformadorean akatsen bat dagoenik. Upelaren eta tentsioan dagoen edozein osagaiaren arteko kontaktuak babesaren erantzuna ekarriko du.

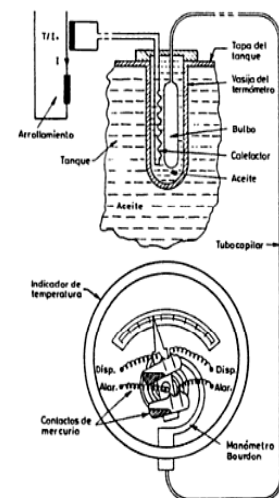


Protección de cuba.

9. gaia. Zentralen Babesa Transformadorearen babesak

■ Gaiak eta zirkuitulaburren aurkako babesak

- Transformadoreak ahalmena izan behar du gaiak denbora-tarte laburretan jasateko. Era berean, zirkuitulaburrak jasateko ahalmena izan behar du, sareko babesak garbitzen dituen arte.
- Kanpoko akatsen aurrean kanpoko babesek huts egiten dutenean bakarrik erantzun behar dute transformadorearen babesek. Horretarako, alderantzizko denborako gainintentsitate-babesak erabiltzen dira (51).
- Transformadoreak gaiak iraunkorren aurka babesturik egon behar dira, gehiegizko beroketa eta ondorioz isolatzaileen hondatze goiztiarra ekar baitezakete.
 - ◆ Olioaren tenperatura-kontrola, termostatoen (26-2) edo termometroen (26-1) bidez.
 - ◆ Harilketen tenperatura erreproduzitzeko, irudi termikoko gailuak (49) erabiltzen dira. Tenperaturak balio jakin bat gainditzean erantzuten da.



Protección de sobrecarga del arrolamiento de un transformador.

9. gaia. Zentralen Babesa

Laguntza-sistemen babesa

- Gaintentsioaren eta azpitentsioaren babesa:
 - Laguntza-sistemak tentsio-igoeren aurrean babesteko, gaintentsio-babes erreleak erabiltzen dira (59). Horiek berehalakoak ($1,4 V_N$) edo tenporizatuak ($1,2 V_N$) izan daitezke.
 - Tentsio-jaitsieren aurrean babesteko azpitentsio-babes erreleak erabiltzen dira (27). Unitate tenporizatua V_N -ren % 80 abiatzen da, eta tentsio-mailaren arabera azkarrago edo motelago erantzuten du (% 70 V_N - 3 s, % 60 V_N - 0,5 s).

- Beste babes batzuk:
 - Ekipo bakoitzak bakoitzari dagozkion babesak eramango ditu (transformadoreak, motorrak, barrak).