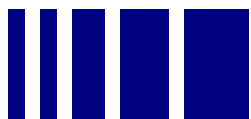




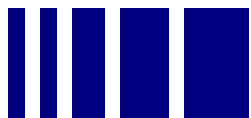
Regulace elektrárenského bloku

Ivan Petružela

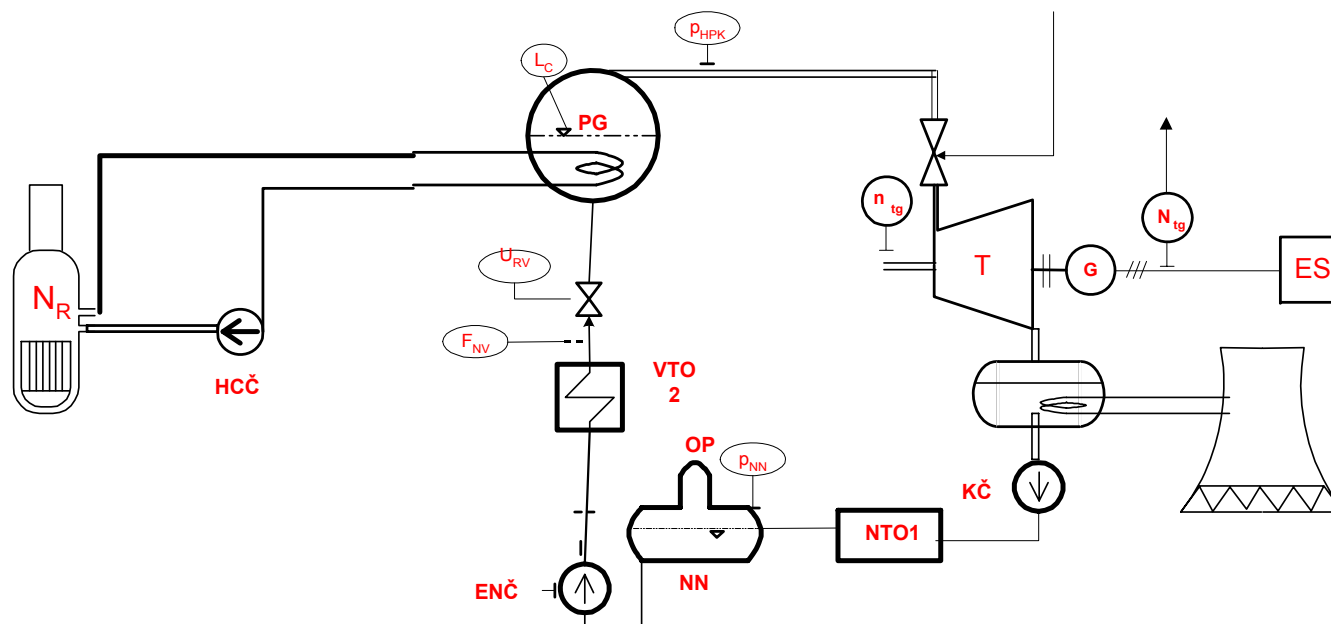


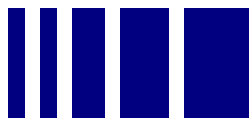
Regulace elektrárenského bloku

- Regulace výkonu bloku se provádí v hlavní výrobní ose, kterou tvoří technologie výroby páry a elektrické energie.
 - zdroj tepelné energie (jaderný reaktor, kotel)
 - zdroj elektrické energie (turbogenerátor)
- Obecně může regulace výkonu bloku probíhat ve dvou režimech:
 - od zdroje k turbíně
 - výkon bloku je řízen primárním zdrojem a turbogenerátory se přizpůsobí tomuto výkonu tak, aby byla zachována tepelná bilanční výkonová rovnováha
 - od turbíny ke zdroji
 - výkon bloku je řízen výkony turbogenerátorů a regulací na reaktoru je tento výkon udržován tak, aby byla zachována bilanční výkonová rovnováha
- Za nominálního provozu bloku je základní režim od turbíny ke zdroji, kdy se turbína přizpůsobuje svým výkonem požadavkům dispečinku na dodávaný výkon do elektrizační soustavy a primární zdroj případné změny výkonu odreguluje změnou svého výkonu.
- Za nenominálního provozu v případě poruchy musíme rozlišit, kde porucha vznikla.
 - V případě poruchy na sekundárním okruhu je většinou výhodné použít režim od turbíny ke zdroji, neboť řídicí systém TG na tyto poruchy reaguje snížením výkonu TG a řídicí systém zdroje odreguluje požadované snížení výkonu bloku.
 - V opačném případě, kdy porucha ovlivňuje činnost zdroje, je nutné z hlediska zajištění bezpečnosti prvotně stabilizovat výkon zdroje a z tohoto důvodu je použít režim od JR k TG.
- Pro oba hlavní režimy bloku je společným kritériem zajištění bilanční výkonové rovnováhy mezi produkcí a spotřebou tepelné energie (výrobou elektřiny) bloku při zvoleném regulačním programu konstantního tlaku páry v hlavním parním kolektoru.

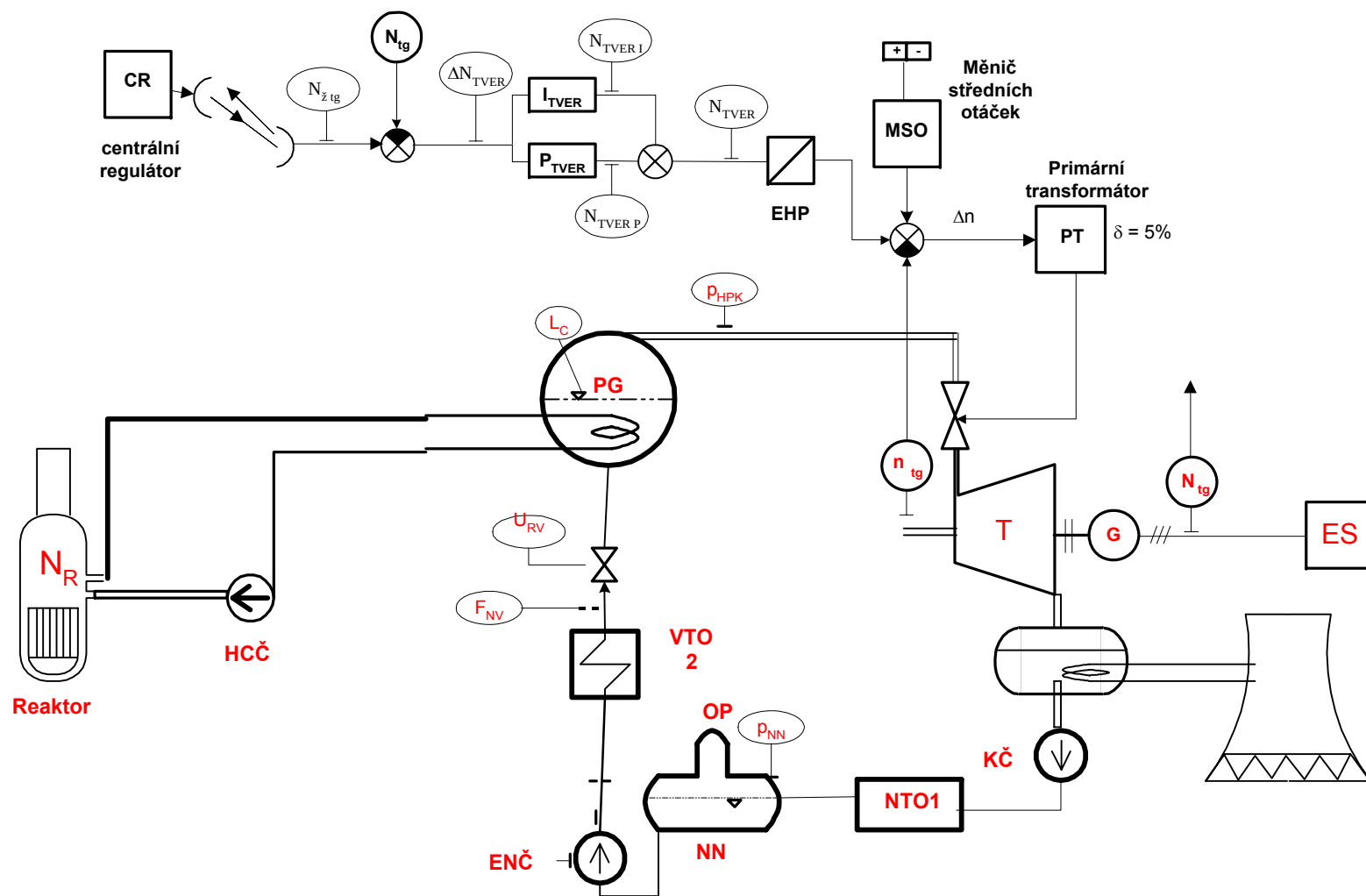


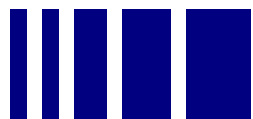
Blokové schéma technologických celků bloku JE



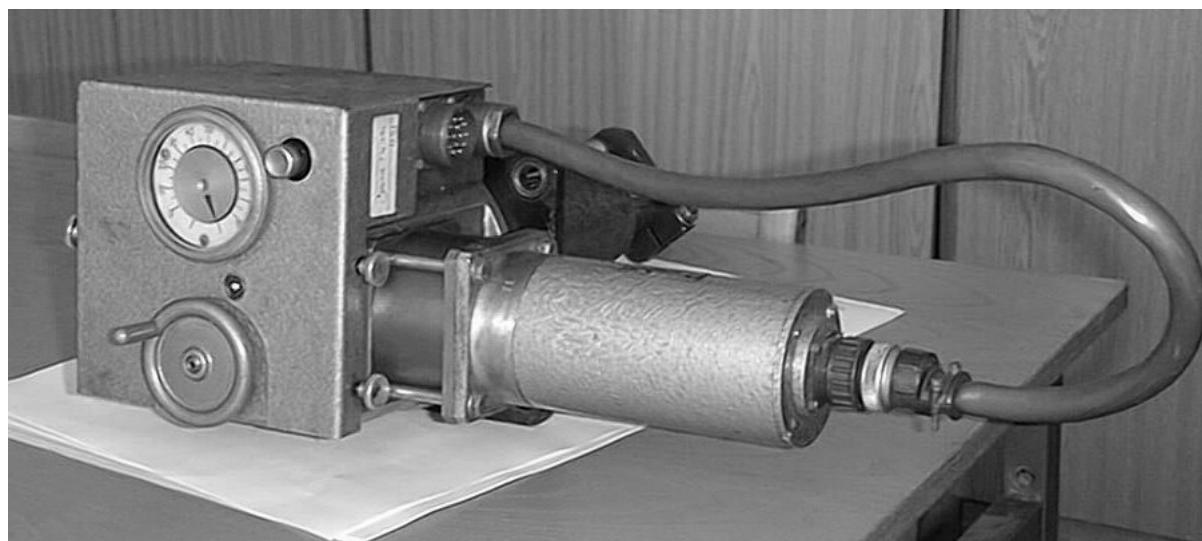


Blokové schéma automatického řízení bloku JE z CR

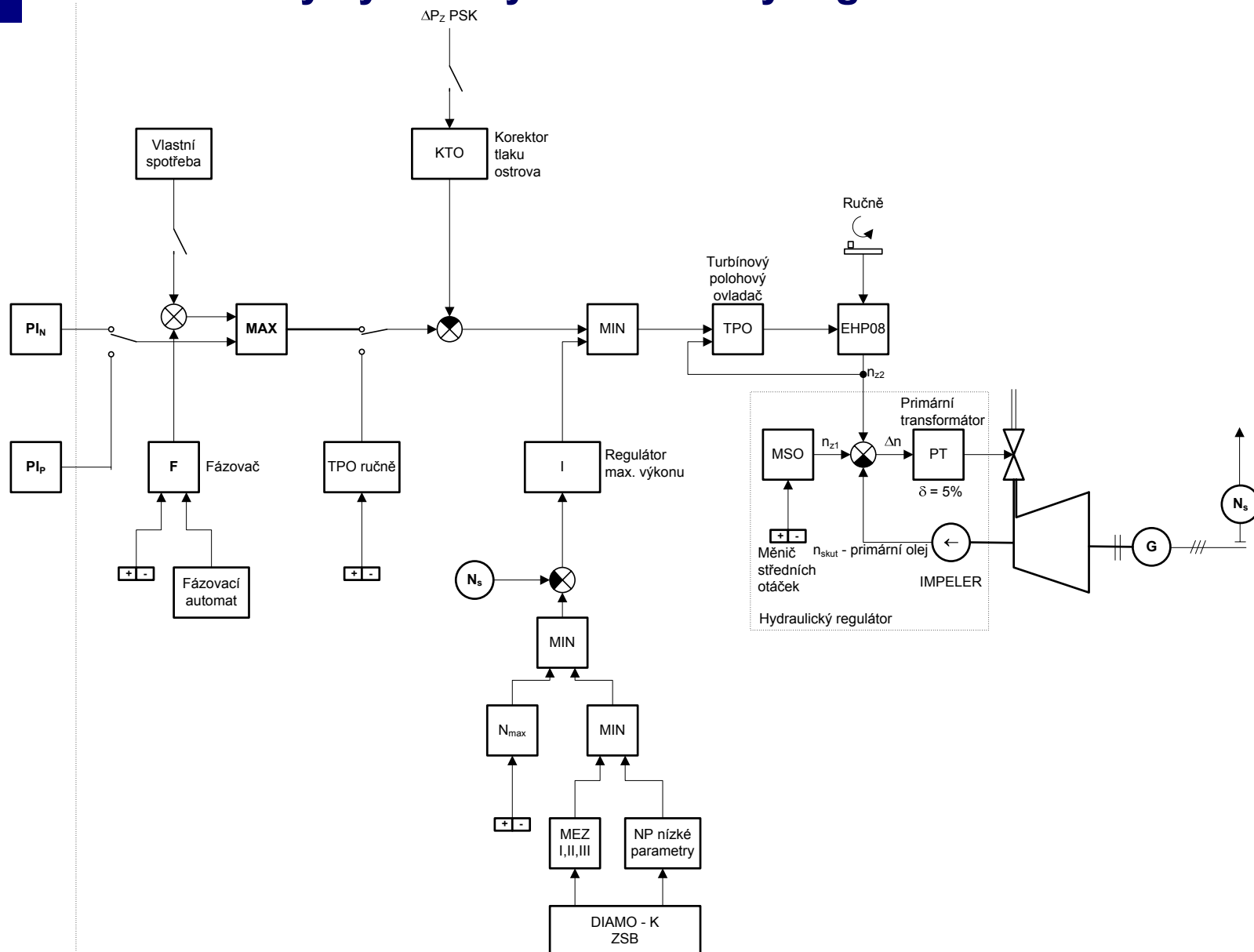


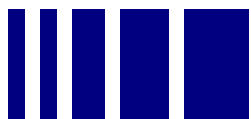


Elektrohydraulický převodník EHP-08



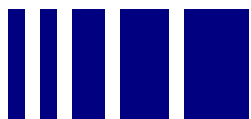
Turbínový výkonový elektronický regulátor TVER-03





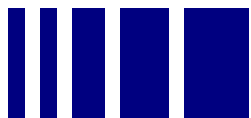
Obvod fázovače a vlastní spotřeby (VS)

- Je určen k nafázování TG nebo zajištění provozu TG na vlastní spotřebě, tj. při odpojení generátoru od energetické sítě.
- Před nafázováním TG, popř. při práci TG do VS je výstup z PI regulátoru nulový a na výběrovém členu MAX se uplatňuje signál z fázovače. Signál z fázovače představuje při odfázování TG možnost měnit otáčky TG, a to:
 - ručně z pultu operátora
 - nebo automaticky z fázovacího automatu
- Signál vstupuje přes výběrové členy do obvodu TPO a pak do hydraulické regulace.
- Rozsah změn otáček TG pomocí fázovače je cca 60 ot/min. Umožňuje tedy citlivé doladění otáček TG na frekvenci sítě před jejím přifázováním.
- Obvod VS způsobí vyšší zadání otáček při práci generátoru do vlastní spotřeby a kompenzuje pokles otáček TG vlivem zatížení. (Pokud nejsou otáčky TG „drženy sítí“, pak se mění v závislosti na zatížení a lze je měnit fázovačem).

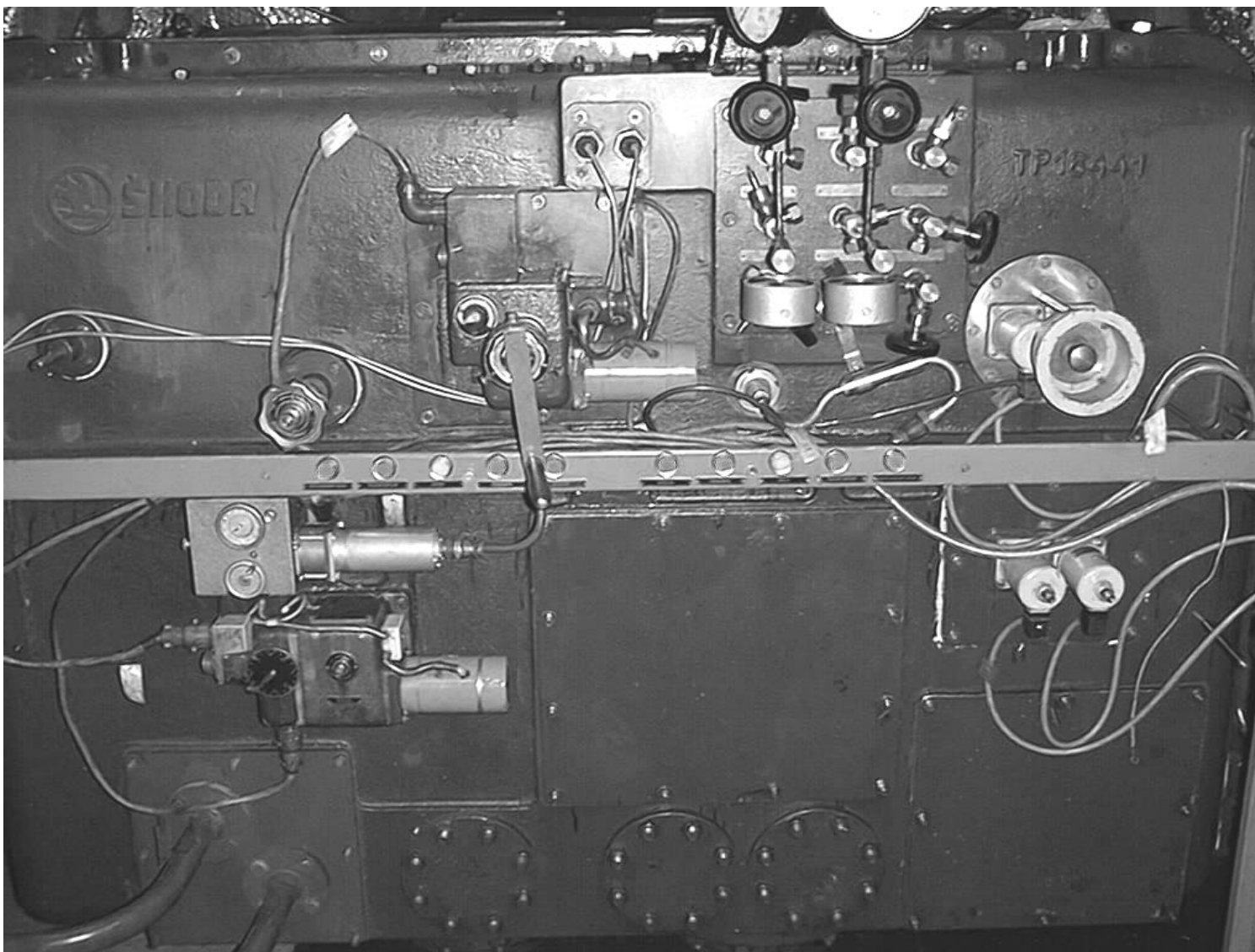


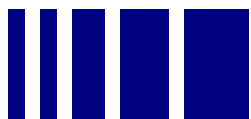
Obvod ochran

- Uplatňuje se s nejvyšší prioritou ve všech režimech činnosti regulátoru. Automaticky limituje výkon TG na nižší výkonovou hladinu v závislosti na řídicích signálech z DIAMA-K. Činnost obvodu ochran je plně automatická bez možnosti ovlivnění operátorem II.O.
- Do obvodu ochran působí signály:
 - MEZ I, MEZ II, MEZ III a nízké parametry NP z DIAMA-K, část ZSB
 - hodnota maximálního výkonu NMAX, nastavená OSO
- Signál s nejnižší hodnotou limitovaného výkonu TG se vybere na výběrovém členu MIN a pak se porovnává se skutečným výkonem. Je-li skutečný výkon vyšší, pak I regulátor snižuje signál, který když se uplatní na výběrovém členu MIN, způsobí snižování výkonu TG. Požadované snížení je:
 - maximální výkon podle hodnoty nastavené operátorem, regulátor pak omezuje výkon na této úrovni
 - MEZ I = 75 % (187 MW), MEZ II = 50 % (125 MW), MEZ III = 30 % (75 MW) - formují se např. při výpadcích NČ, KČ, ztrátě buzení generátoru
 - nízké parametry NP, při příchodu tohoto signálu z DIAMA-K. Obvod ochran snižuje výkon TG rychlostí přibližně 1 %/s (2,5 MW/s). Působí při velkém poklesu hladiny v napájecí nádrži, nízký tlak v společném výtlaku ENČ.



Začlenění EHP-08 do hydraulické regulace TG

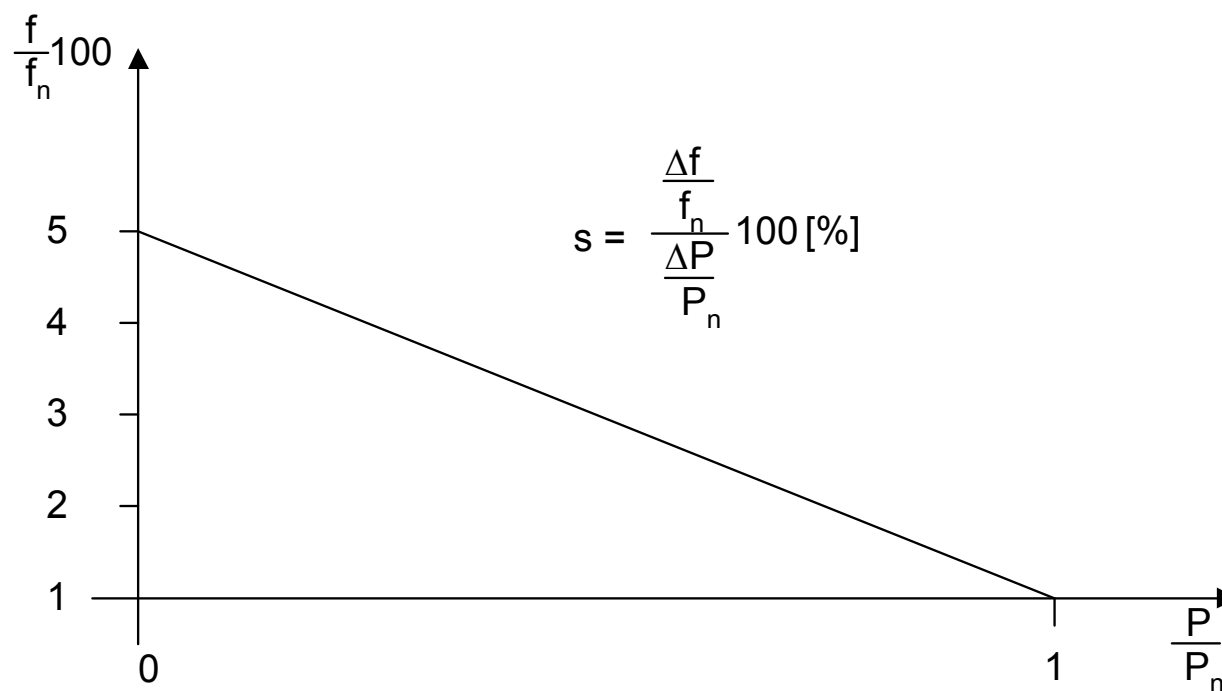




Primární transformátor s měničem nerovnoměrnosti

- primární transformátor s měničem nerovnoměrnosti určuje statickou charakteristiku bloku a jeho změnu výkonu v případě izolované (ostrovní) ES

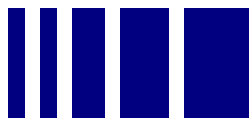
$$\Delta P = -K_{PR} * \Delta f$$



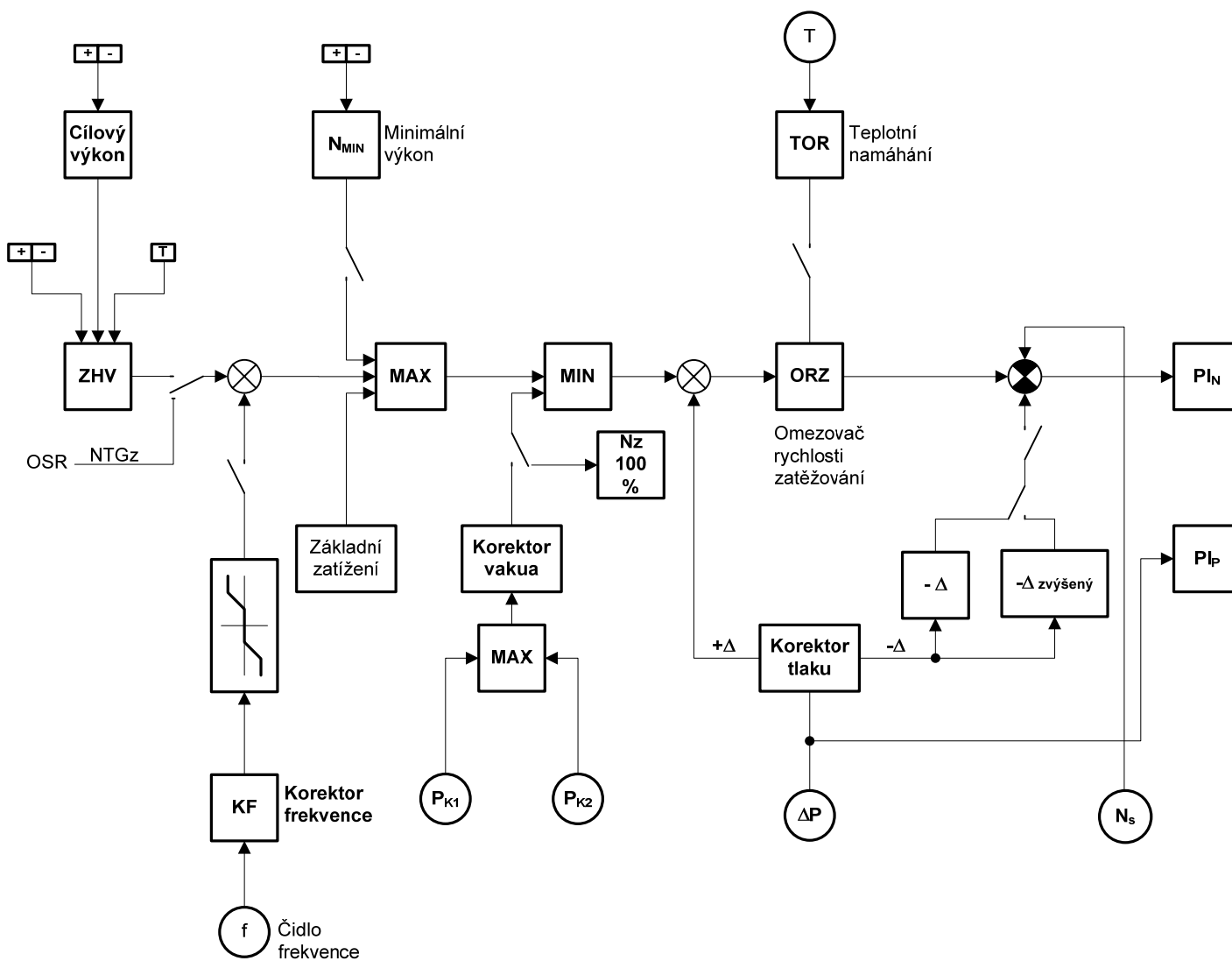


Popis regulátoru výkonu TG (EDU PP 092)

- Regulátor výkonu TG je určen pro:
 - automatickou regulaci výkonu TG
 - automatickou regulaci tlaku páry v HPK
 - ruční ovládání regulačních ventilů TPO-R
 - automatické snížení výkonu TG při aktivaci limitačních signálů MEZ I, II, III a nízké parametry bloku NP
 - zajištění pomocných funkcí při fázování TG, přechodu bloku na vlastní spotřebu VS nebo fázovací otáčky
 - proporcionální korekci zadané hodnoty výkonu TG při změnách jmenovitých veličin (tlak páry v HPK, tlak v kondenzátorech HK, frekvence v elektrizační soustavě)
 - provoz bloku v primární regulaci frekvence
 - provoz bloku v režimu „OSTROVNÍ PROVOZ“
- Pro splnění těchto funkcí regulátor výkonu TG obsahuje tyto základní obvody:
 - blok zadané hodnoty výkonu
 - blok regulátoru
 - blok akčního signálu
 - řídicí logické obvody



Turbínový výkonový elektronický regulátor TVER-03





Režimy regulátoru výkonu

- Regulátor výkonu dovoluje provozovat turbosoustroj v těchto režimech.

1. Režim fázování
2. Režim automatické regulace výkonu
3. Režim automatické regulace tlaku
4. Režim TPO - ručně
5. Režim TPO - trendem

1. Režim fázování

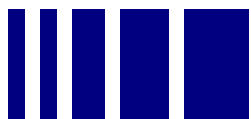
- Tento režim je využíván v případech, kdy je turbína odpojena od energetické sítě.
- Uplatňuje se obvod fázovače. Tento umožňuje měnit otáčky nepřifázovaného TG.
- Pokud je navíc stav, kdy je připojena vlastní spotřeba, umožňuje korigovat otáčky TG v závislosti na zátěži.
- Před přifázováním je turbína najeta měničem středních otáček na otáčky poněkud nižší než je skutečná frekvence sítě.
- Fázovačem se provede synchronizace otáček TG se sítí. Tento režim se předvoluje automaticky při odpojení generátoru od energetické sítě.



Režimy regulátoru výkonu

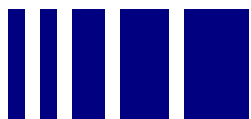
2. Režim automatické regulace výkonu

- Po přifázování přechází regulátor automaticky do režimu regulace výkonu a zatíží turbínu na hodnotu základního zatížení, tj. 20 MW.
- V tomto režimu se kromě PI regulátoru tlaku uplatňují všechny korekční obvody popsané dříve.
- Tento režim umožňuje:
 - skokově (do 1 minuty) zatížit TG na hodnotu základního zatížení
 - měnit výkon TG změnou zadané hodnoty
 - měnit výkon TG a v součinnosti s ARM5S i výkon celého bloku požadovaným trendem na zvolenou výkonovou hladinu
 - stabilizovat výkon TG (i bloku) na požadované hodnotě
 - korigovat výkon TG v závislosti na tlaku páry v HPK, na vakuu, na frekvenci ES a tím zvýšit stabilitu bloku
- Tento režim je základní při provozu bloku na nominálních parametrech.

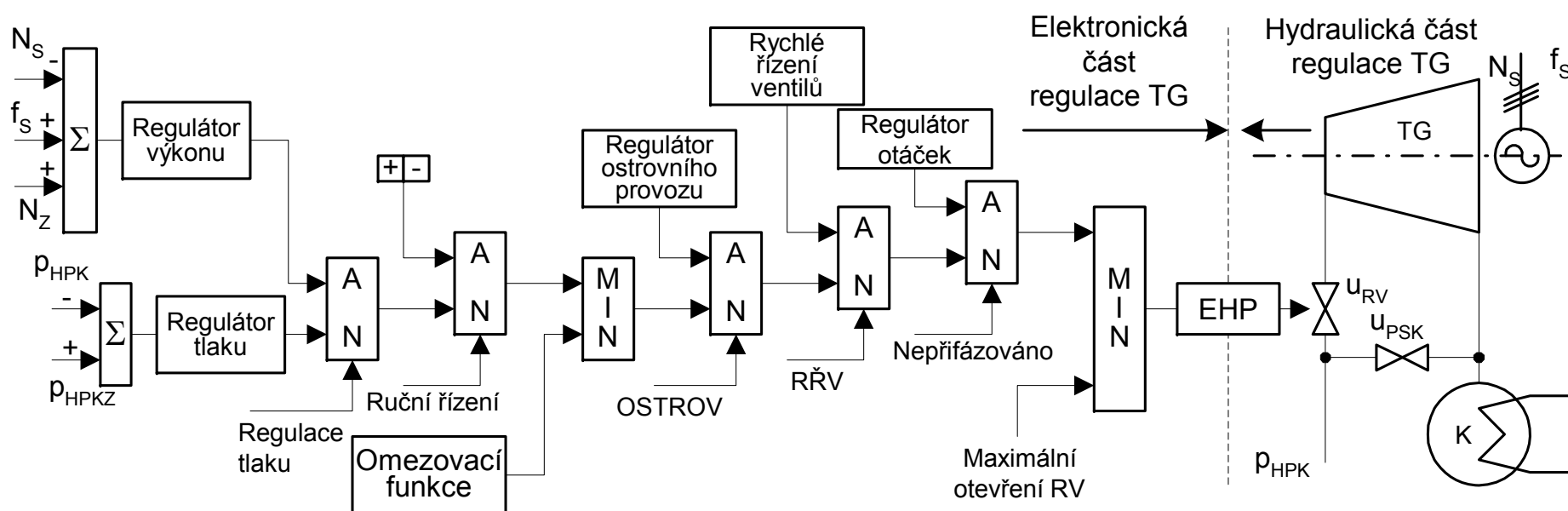


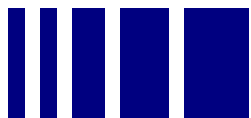
Řídicí systém JE ETE (0TC 017/1)

- Cílem provozního předpisu 0TC 017/1 je popsat hlavní regulace bloku sloužící pro řízení technologického procesu ve všech projektových režimech bloku. Předpis je určen pro personál blokové dozorny.
- Organizátor řízení je hlavním řídicím prostředkem bloku, který udržuje základní parametry ve vymezeném pásmu. Funkce OŘ lze rozdělit na dvě samostatné části:
 - **logická část**
 - vydává logické povely na volbu struktur regulátorů reaktoru, turbogenerátoru a přepouštěcích stanic do kondenzátoru za normálního provozu, při výpadku komponent a při působení LS a HO funkci zadavačů neutronového výkonu, střední teploty chladiva, tlaku v HPK
 - **spojitá část**
 - zajišťuje generování žádaných hodnot tlaku v HPK, střední teploty chladiva a neutronového výkonu včetně omezení
 - při najíždění a odstavování bloku iniciuje pomocný sekvenční automat TURBOSTEP, programové zatížení bloku. Během najíždění při bezvýkonovém stavu generuje tepelný výkon reaktoru potřebný pro ohřev rotoru TG, dosažení jmenovitých otáček, fázování a dosažení minimálního výkonu.
- Regulace výkonu TG a změna výkonu v souladu s požadavky energetického dispečinku jsou koordinovány OŘ.
- Při působení LS OŘ zajišťuje odpovídající chování systémů podle matic přechodů stavů.

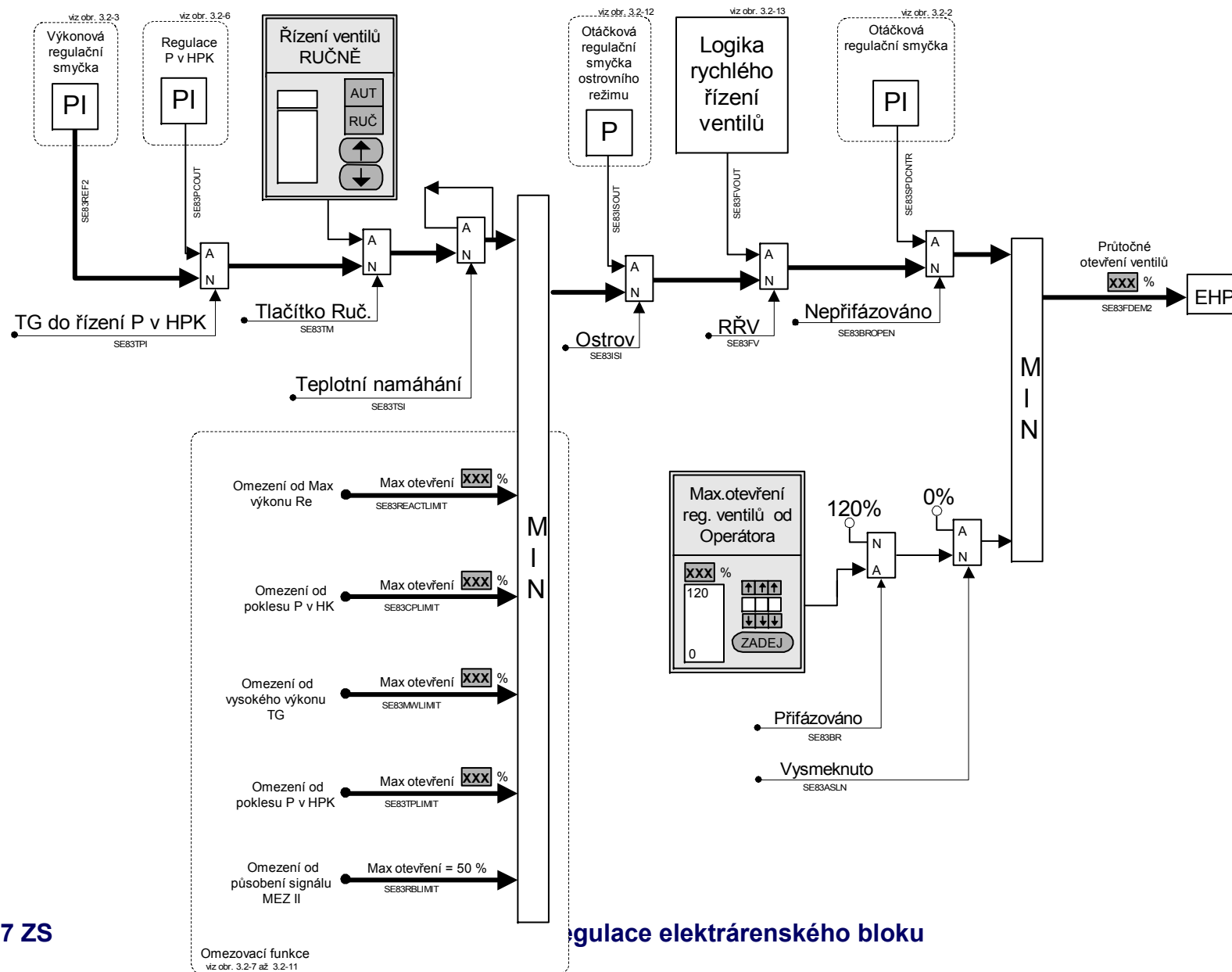


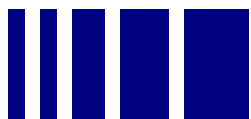
Zjednodušené schéma digitálního řízení TG (ETE)





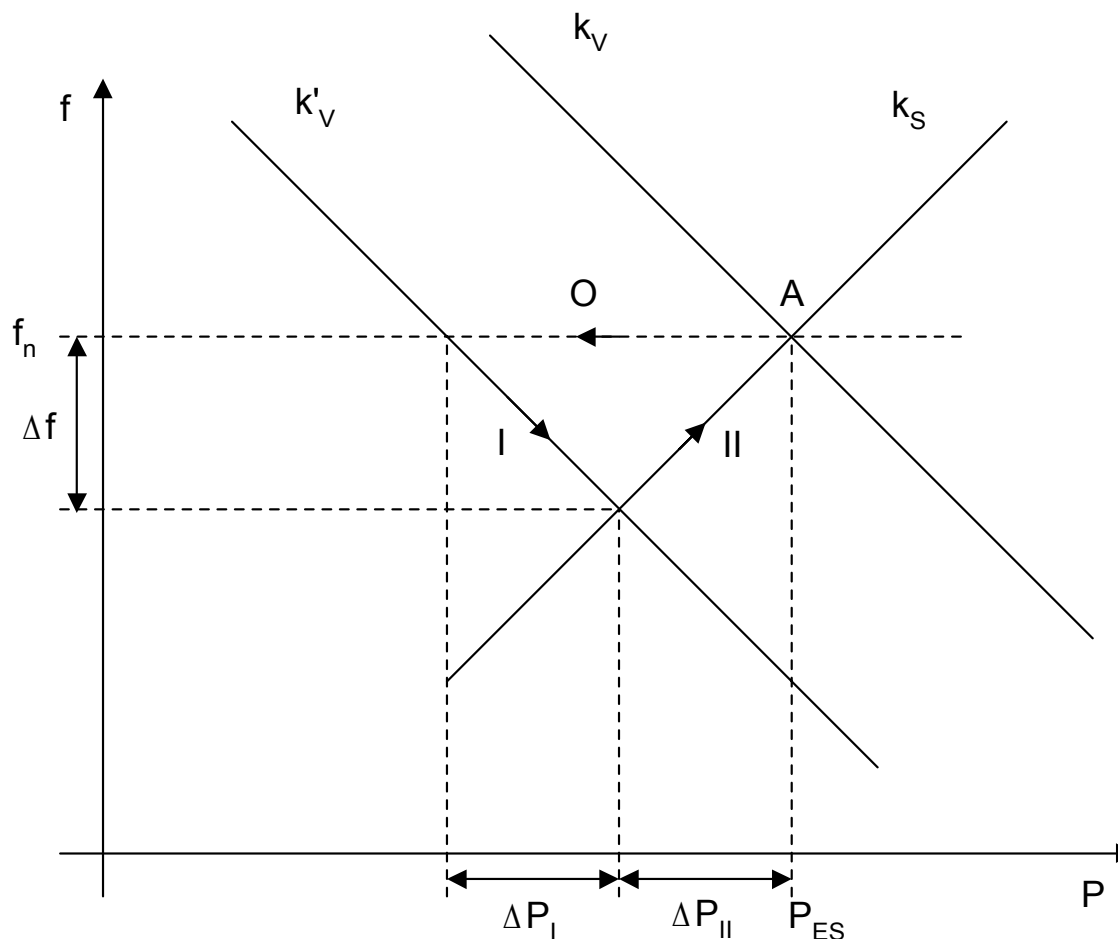
Základní hierarchická struktura jednotlivých funkcí a režimů regulace TG

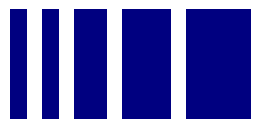




Zajištění stability pomocí regulace otáček (frekvence)

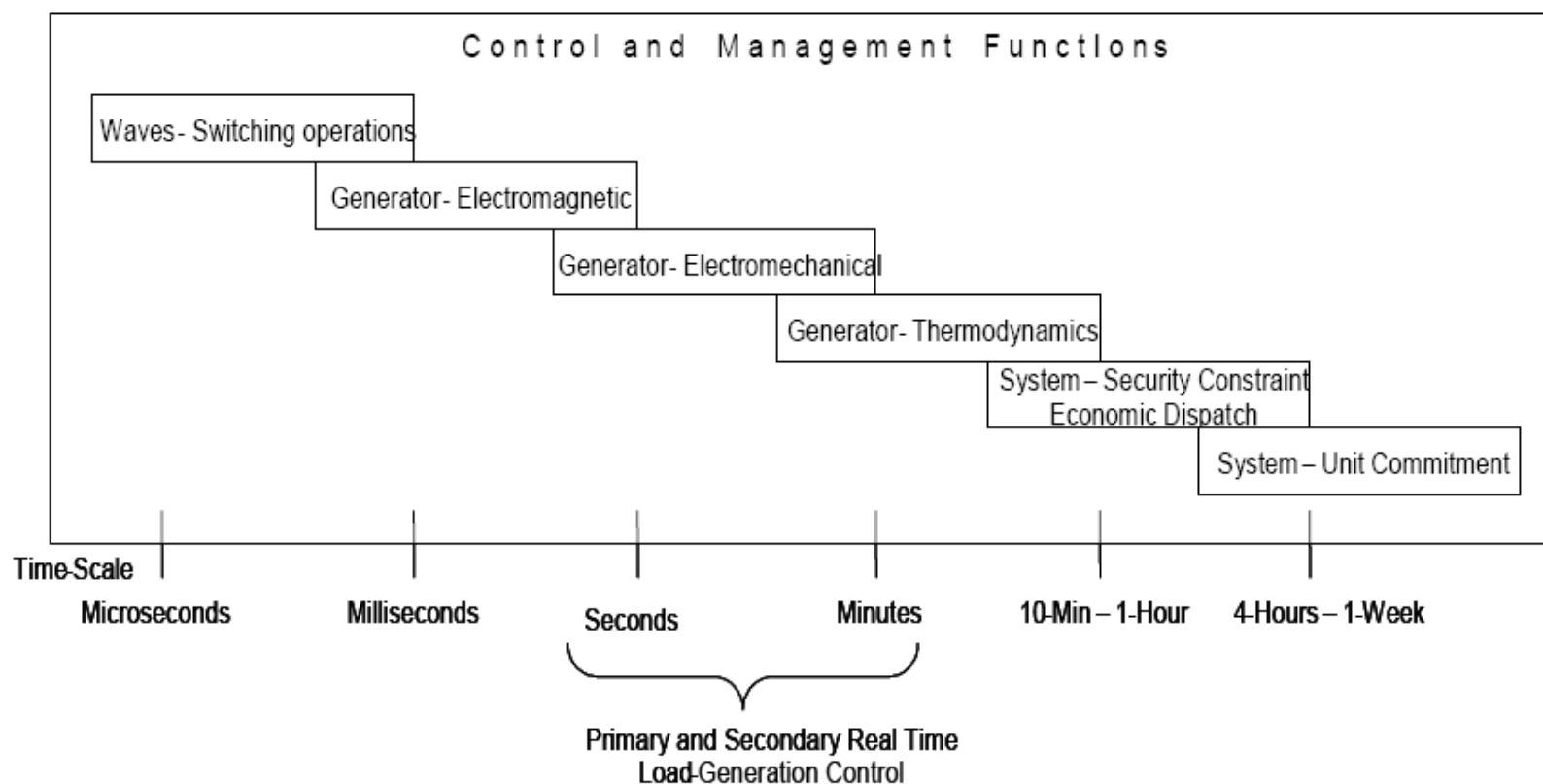
- A pracovní bod (f_n , P_{ES})
- O výpadek výroby
- I nový pracovní bod při snížené frekvenci
- II návrat na nominální hodnoty

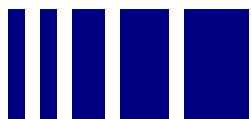




Zajištění stability pomocí regulace otáček (frekvence)

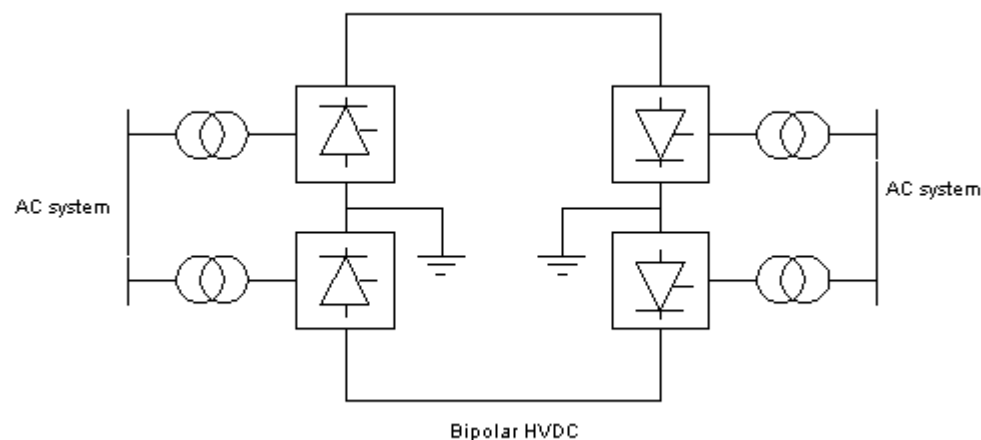
Figure 1.1 — Power System Control Hierarchy





Propojené soustavy

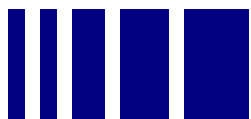
- **Sousední přenosová soustavy**
 - Přenosová soustava, která má s danou přenosovou soustavou přímé synchronní elektrické propojení. Pro přenosovou soustavu ČR tvoří sousední soustavy sítě společností VEAG a BAG (Německo), VERBUND (Rakousko), SE a. s. (Slovensko) a PSE SA (Polsko).
- **Stejnosemnná spojka**
 - Je zařízení sestávající z usměrňovačů, střídačů, transformátorů, filtrů a kompenzačních prostředků sloužící k propojení nesynchronně pracujících soustav stejnosměrným přenosem na nulovou vzdálenost. Principiální jednopólové schéma je uvedeno na obrázku.
 - Používá se v případech, kde vlivem dlouhých přenosů nelze zajistit stabilitu provozu nebo pro připojení soustav, které nejsou schopny zajistit standardy provozování propojeného provozu, zejména pak principy solidarity a neintervence.





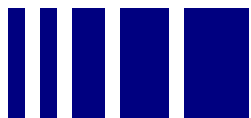
Propojené soustavy

- Je systém dvou nebo více elektrizačních soustav synchronně propojených pomocí mezisystémových propojení. Typickými příklady jsou propojené soustavy UCPTE (západní Evropa), CENTREL (střední Evropa), NORDEL (severní Evropa). Hlavními výhodami provozu v propojených soustavách je:
- efektivní využívání různých typů zdrojů elektřiny
 - možnosti výměn elektřiny z důvodů posunů špiček a sedel diagramu zatížení v různých soustavách
 - snížení záloh pro primární regulaci frekvence v jednotlivých soustavách
 - zvýšená kvalita dodávané elektřiny - zejména stálost frekvence.
 - První tři faktory vedou k snížení nákladů na provoz ES a tím i ke snížení ceny elektřiny pro koncového uživatele.
- Zařízení propojující dvě sousední soustavy nebo oblasti řízení jsou vybavené systémem schopným měřit a předávat měřené údaje, zejména toky činného a jalového výkonu.
- synchronní propojení jednotlivých soustav je založeno na dvou základních principech
 - princip solidarity
 - princip neintervence

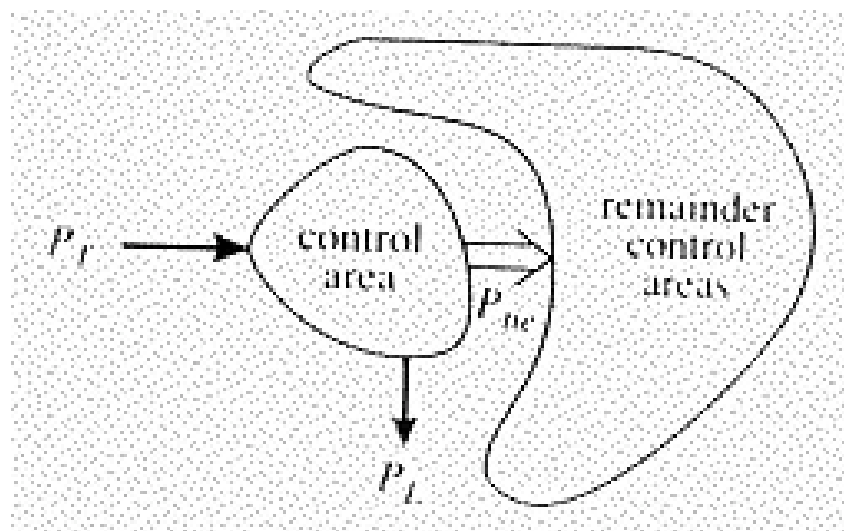


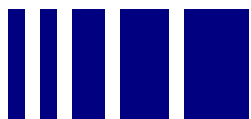
Propojené soustavy

- Princip solidarity v propojených soustavách znamená,
 - že na pokrývání výkonové rovnováhy se v prvních okamžicích (až několika desítek sekund) podílejí všechny elektrárenské bloky zapojené do ES a pracující v režimu primární regulace frekvence.
 - Při provozu propojené ES vzniká neustále narušování výkonové rovnováhy mezi zatížením a výkonem zdrojů (např. poruchovým výpadkem elektrárenského bloku nebo změnou zatížení).
 - Podle fyzikálních zákonů je nerovnováha v prvním okamžiku hrazena z elektromagnetické energie akumulované v elektrických strojích. Během elektromechanického přechodného děje se nerovnováha hradí z mechanické energie roztočených setrvačných hmot.
 - Během tohoto děje se vyrovná frekvence v celé ES. Na odchylku frekvence pak reagují elektrárenské bloky zapojené do primární regulace frekvence.
- Princip neintervence v propojených soustavách znamená
 - že na výkonovou nerovnováhu, projevující se změnou frekvence a salda předávaných výkonů, reaguje pouze sekundární regulace f a P postižené soustavy (tedy soustavy, kde k nerovnováze došlo).
 - Podle tohoto principu je každá z propojených soustav povinna mít k dispozici takový výkon zdrojů (záložních výkonů), kterým je schopna v každém okamžiku zajišťovat rovnováhu mezi výkonem zdrojů a zatížením příslušné soustavy.



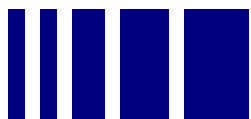
Propojené soustavy





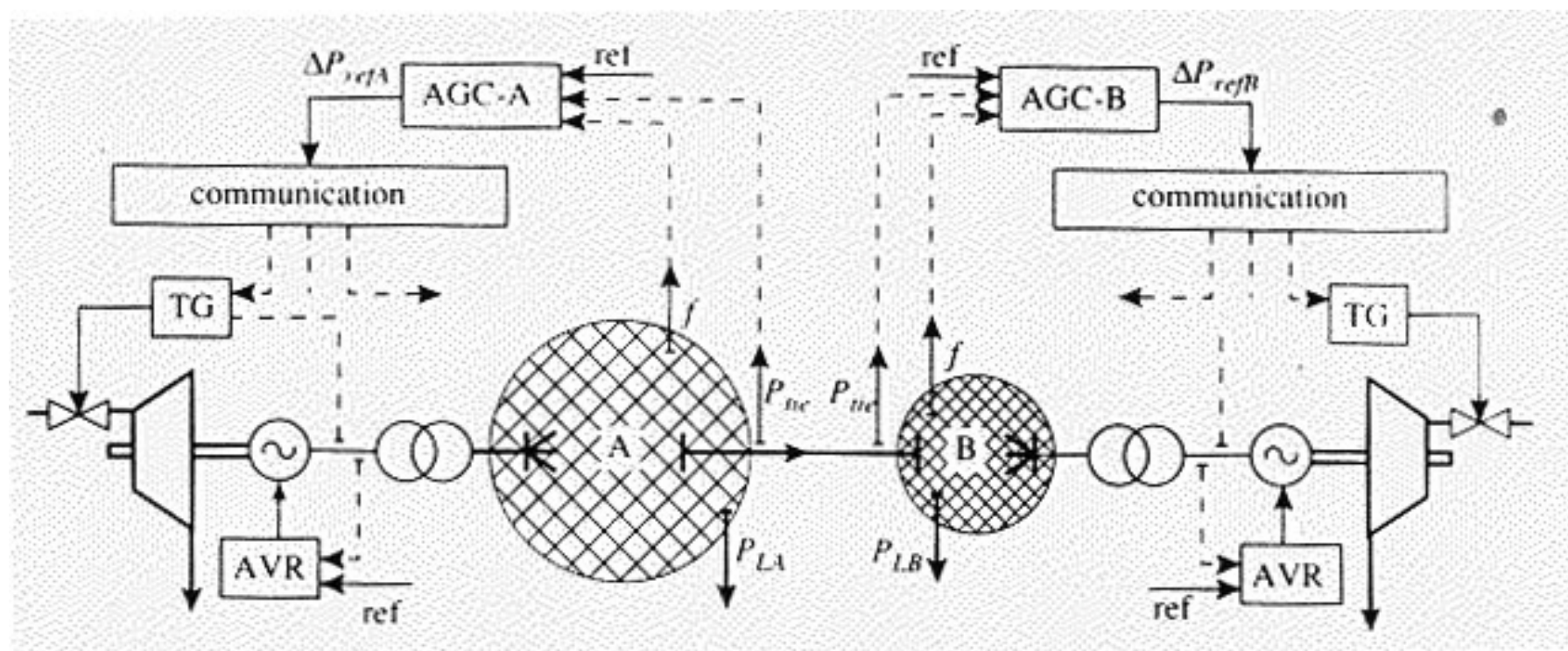
Plán obrany proti šíření poruch

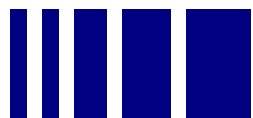
- Souhrn technicko - organizačních opatření zajišťujících bezpečnost provozu přenosové soustavy. Plán obsahuje opatření proti:
 - poklesu a vzrůstu frekvence (frekvenční kolaps)
 - poklesu a vzrůstu napětí (napěťový kolaps)
 - kývání (mezisystémové kyvy)
 - ztrátě synchronismu (dynamická a statická stabilita)
 - přetížení (překročení přenosové kapacity)
- V případě vzniku přetížení vedení, je dispečink provozovatele PS oprávněn podle stupně přetížení využít následující opatření:
 - dát pokyn ke snížení výkonu elektráren v přebytkové části soustavy při současném najetí rychle startujících bloků v nedostatkové části
 - přerušit práce na přenosových vedeních s cílem zapnout tato vedení
 - v případě možnosti zvýšit napětí v soustavě
 - využít možnosti vypínacího plánu pro odlehčení zatížení
- Plán obrany tvoří součást tzv. havarijního plánu, který je držitel autorizace povinen vypracovat a předložit Ministerstvu průmyslu a obchodu podle energetické legislativy.



Dispečerské řízení

- Soustava (nebo soustavy) ohraničená mezisystémovými propojeními musí být schopna regulovat vyráběný výkon tak, aby udržovala plánovanou výměnu elektřiny se sousedními přenosovými soustavami a přispívat k regulaci frekvenci v propojené soustavě





ACE Area control error

Regulační odchylka sekundárního regulátoru frekvence a předávaných výkonů. Regulační odchylka se spočítá ze vztahu:

$$ACE = \Delta P + K \cdot \Delta f, \text{ kde}$$

ΔP ... odchylka předávaného výkonu soustavy od žádané hodnoty [MW]

$\Delta f = f - f_0$... odchylka skutečné frekvence f od požadované hodnoty f_0 [Hz]

K ... konstanta regulátoru [MW/Hz] “frequency bias”

Podmínkou správné činnosti sekundární regulace f a P je, aby konstanta odpovídala výkonovému číslu soustavy λ . Toto číslo je při zanedbání samoregulačního efektu zatížení dáno sumou výkonových čísel jednotlivých bloků v primární regulaci:

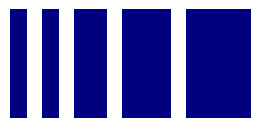
$$\lambda = \sum \frac{100}{\delta} \cdot \frac{P_n}{f_n}, \text{ kde}$$

P_n ... jmenovitý výkon bloku [MW]

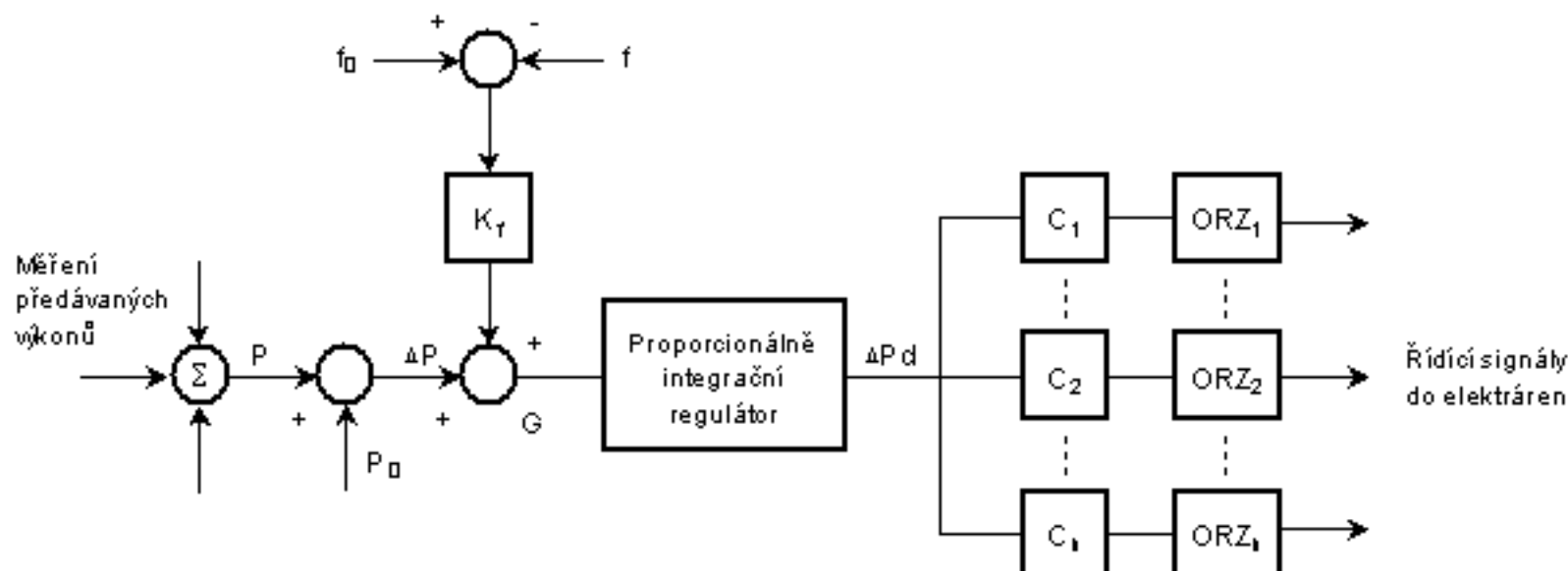
δ ... statika primární regulace [%]

f_n ... jmenovitá frekvence 50 Hz

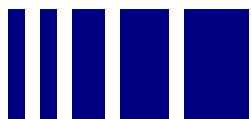
Podle pravidel UCPTÉ se konstanta K nastavuje na hodnotu $1,1 \lambda$.



Centrální regulátor

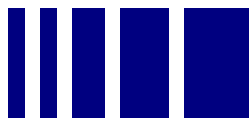


P	Celkový předávaný výkon
P_0	Žádaná (plánovaná) hodnota předávaného výkonu
f	Skutečná frekvence
f_0	Žádaná hodnota frekvence (50 Hz)
ΔP	Odchylka předávaného výkonu od žádané hodnoty
K_f	Výkonové číslo regulátoru
G	Celková regulační odchylka (ACE)
ΔP_d	Řídicí signál
C_1, C_2, C_n	Participační (rozdělovací) koeficienty
ORZ_n	Omezovače rychlosti zatížení

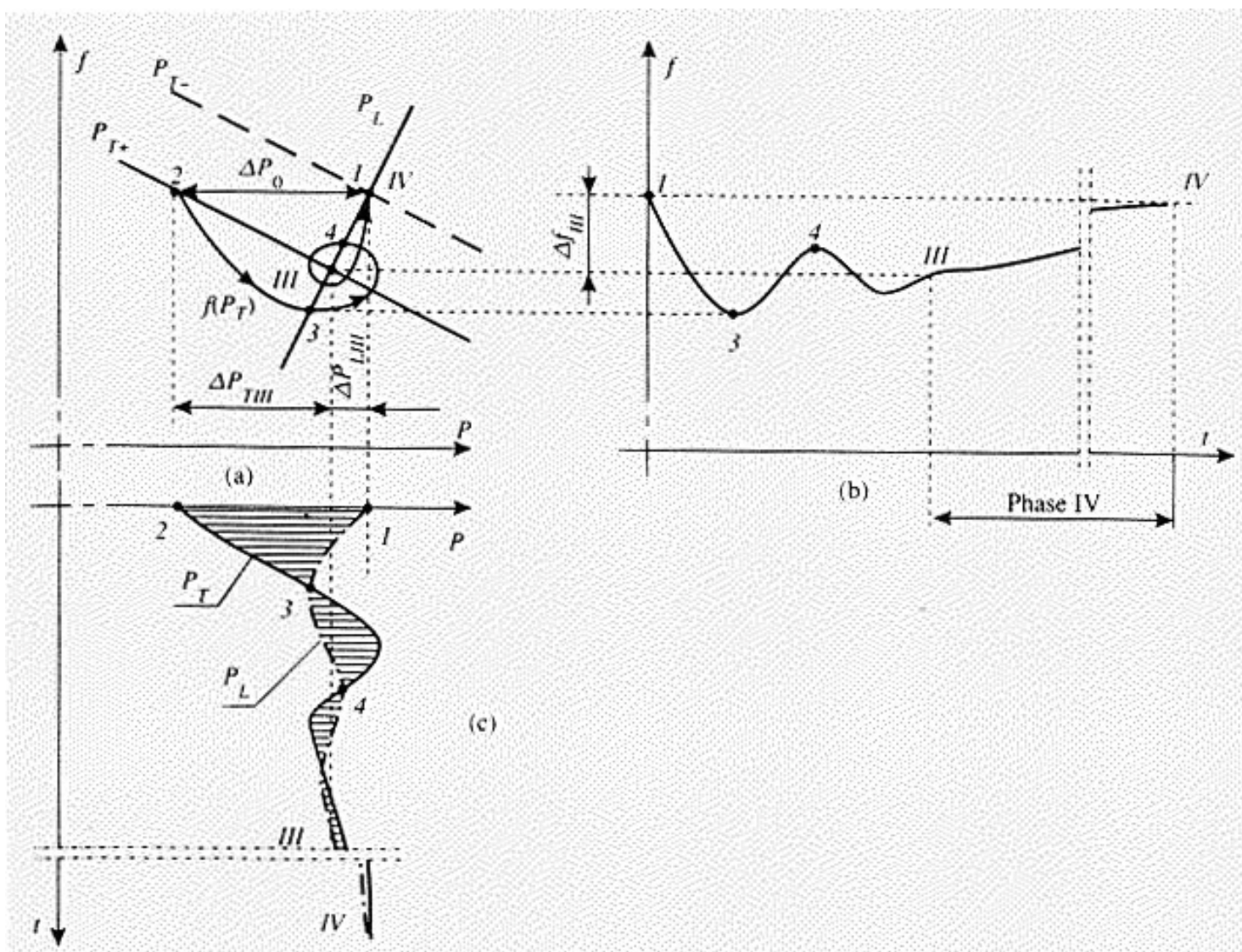


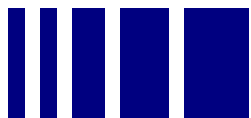
Sekundární regulace f a P

- Při obnovování výkonové rovnováhy v příslušné soustavě - oblasti řízení navazuje sekundární regulace f a P na primární regulaci frekvence tak, aby postupně nahradila výkon, který jí byl poskytnut na principu solidarity v propojené soustavě.
 - Z toho vyplývá, že podmínkou efektivního a účinného fungování obou regulací je jejich vzájemná koordinace. Tato koordinace, prováděná provozovatelem PS, spočívá:
 - ve správném nastavení konstanty sekundárního regulátoru tak, aby se co nejvíce blížila hodnotě výkonového čísla soustavy
 - ve sladění dynamiky sekundární a primární regulace tak, aby sekundární regulační děj proběhl až po odeznění primární
- Dálkově řízený blok
 - Elektrárenský blok jehož činný výkon je řízen z dispečinku provozovatele PS. Elektrárenský blok, který je zapojen do sekundární případně terciární regulace f a P a pracuje v režimu automatického dálkového řízení. Výkon takového bloku je pak určován systémovými požadavky.

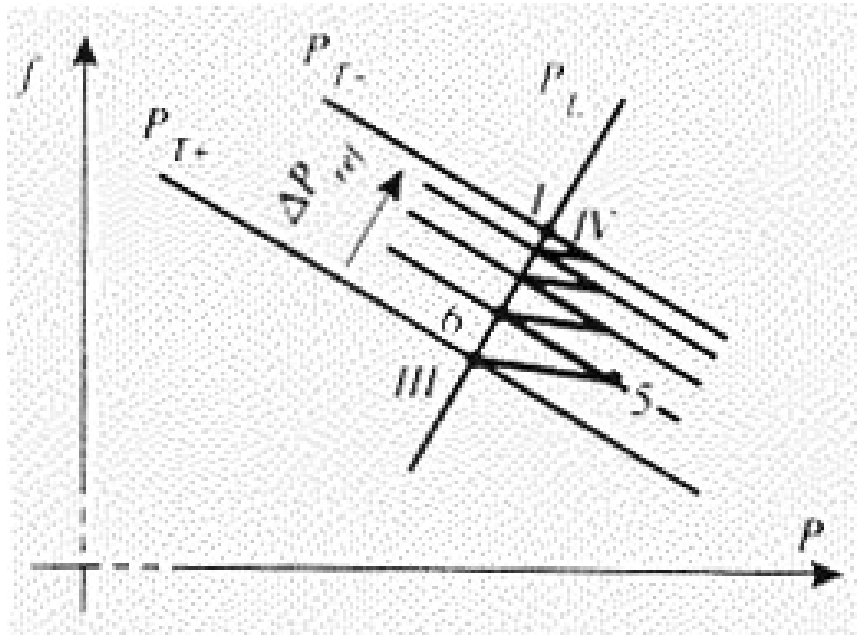


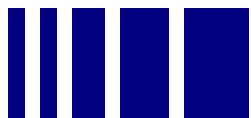
Sekundární regulace f a P





Sekundární regulace f a P





Připojení ES ČR k UCPTE

- Elektrizační soustava České republiky byla dříve synchronně propojena se státy východní Evropy. Propojení se státy západní Evropy bylo pomocí tzv. krátkých stejnosměrných spojek na vedeních 400 kV
- Objem vzájemně přenášené elektrické energie mezi státy střední a západní Evropy neustále roste a naopak velikost přenášených výkonů mezi Polskem, Českou republikou, Slovenskem a Maďarskem na jedné straně a státy východní Evropy na straně druhé se podstatně zmenšila. Kromě kvality elektrické energie je tato skutečnost jedním z hlavních důvodů, které vedly státy střední Evropy ke společnému úsilí včlenit své ES synchronním propojením do UCPTE (Union for the Coordinated Production and Transmission of Electricity).



Provoz v ES do roku 1991

- **Propojení ES ČR s Jednotným Energetickým Systémem (JES) bývalého SSSR bylo realizováno trasami 750 kV z Ukrajiny a z Moldávie**
- **Zatížení Lvovského profilu bylo automaticky hlídáno proti překročení limitu 3200 MW do 10 min. a 3500 MW do 1.5 sec. Časté rozpojování této linky bylo jedním z problémů spolupráce s JES. Např. při dodávce z Ukrajiny ve výši 3200 MW a současném výpadku většího bloku v naší soustavě docházelo k rozpojení a k následným havarijním situacím, výkonovým deficitům, hlubokým poklesům frekvence a frekvenčnímu odlehčování.**
- **Tyto rozpady vznikaly více jak 30 krát za rok a k frekvenčnímu odlehčování docházelo až v 25 případech na dobu 30 min. 1. stupeň frekvenčního odlehčování vypínal v Čechách 264 MW, na Moravě 159 MW a na Slovensku 187 MW**
- **Velkým problémem systému PES - CDO bylo také velké kolísání frekvence způsobené netypickými provozními pravidly. Výkonová nesouměrnost soustav střední Evropy a SSSR znemožňovala primární regulaci a frekvence byla určována soustavou JES. Docházelo tak trvale k překračování limitních hranic. Tento způsob regulace frekvence je v západních soustavách nemyslitelný, neboť způsobuje značné technologické problémy na straně odběratelů. U citlivých zařízeních dochází vlivem kolísání frekvence k drastickému zkrácení životnosti.**



Provoz v ES do roku 1991

- Na základě iniciativy ČSFR se 23. 5. 1992 se uskutečnila konference generálních ředitelů energetických společností Rakouska, Německa, Jugoslávie a Řecka, na níž byla projednána možnost propojení států střední Evropy s UCPTE. Byl připraven katalog opatření a podmínek, které bylo nutno splnit pro připojení.
- Základní listina samostatného energetické seskupení států střední Evropy CENTREL byla podepsána v Praze 11. října 1992 nejvyššími představiteli členských zemí. (Česká republika, Slovensko, Polsko, Maďarsko). Nejvyšším řídicím orgánem CENTREL je Rada CENTREL. Cílem vzniku tohoto systému bylo :
- podporovat spolupráci a rozvíjet propojení ES účastnických zemí
- zlepšit provozní podmínky elektroenergetických systémů na úroveň standartu UCPTE a uvést je do souladu s technickými, ekonomickými a organizačními doporučeními UCPTE
- připravit propojení do synchronního provozu CENTREL s UCPTE
- sledovat kvalitu a spolehlivost dodávky elektrické energie

Systémové testy

Test excitation → switching off the exchange/generator/pumping power, resp.					Initial system states						Power system control behaviour							
					Σ countries		VEAG				VEAG						Σ countries	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Test run No.: i	Date	Time t [h:m:s]	Location	Loss of generation ΔP_Z [MW]	Nominal power $P_{N\text{count.}}$ [GW]	Load $P_{L\text{count.}}$ [GW]	Nominal power $P_N(t<0)$ [GW]	Load $P_L(t<0)$ [GW]	Power reserve primary control ΔP_{pr} ± [MW]	Power reserve secondary control ΔP_{sec} ± [MW]	Exchange power		Frequency		Power-frequency charact.	System droop	Power-frequency charact.	System droop
											$P_E(t<0)$ [MW]	$\Delta P_{E, st}$ [MW]	Δf_{st} [mHz]	Δf_{max} [mHz]	K_{VEAG} [MW/Hz]	$\%VEAG$ [%]	$K_{Icount.}$ [MW/Hz]	$\%Icount.$ [%]
1	29.9.93	08:30:03	750kV line (H)	-378	47,3	41,7	12,7	11,0	366	+275/-235	128	-107,7	41	70	2627	9,53	9220	10,26
2	"	11:30:01	Dunamenti (H)	257	46,8	41,5	12,9	11,0	366	+230/-380	138	50,3	-22	-47	2286	11,25	11682	8,02
3	"	12:30:26	Zernowiec (PL)	-390	46,5	40,8	12,7	10,6	366	+315/-195	94	-120,8	39	65	3123	8,13	10000	9,31
4	"	14:30:03	Markerebach (D)	-397	46,7	38,8	13,2	10,1	366	+236/-374	162	286,9	30	60	3670	7,21	13233	7,06
5	"	15:30:03	Cerny Vag (SQ)	406	45,4	38,7	12,3	9,9	366	+155/-155	153	99,4	-44	-63	2259	10,89	9227	9,83
6	"	16:30:03	Melnik (CR)	390	45,3	39,1	12,2	9,7	366	+155/-155	183	128,3	-43	-67	2984	8,19	9070	9,99
7	30.9.93	08:30:05	Kosenice (PL)	373	46,3	41,5	12,8	10,8	366	+277/-233	178	67,6	-45	-66	1502	17,06	8289	11,16
8	"	09:30:03	Boxberg (D)	478	46,4	41,1	13,0	10,7	366	+350/-260	188	-371,0	-47	-82	2277	11,44	10170	9,13
9	"	10:30:03	Cerny Vag (SQ)	-394	46,4	41,1	12,7	10,7	366	+275/-235	144	-121,2	42	66	2886	8,77	9381	9,89
10	"	06:40:30	Reuter Block D(D)	273	44,2	38,3	12,3	9,9	366	+205/-205	108	-71,6	-28	-50	3621	6,79	9750	9,07

P_N = Sum of the Nominal power of the operating units

P_L = Load

P_E = Exchange power

$\Delta P_E(t)$ = Exchange power deviation } from the stationary initial state

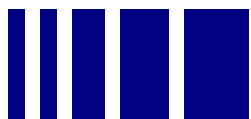
$\Delta f(t)$ = frequency deviation }

$\Delta P_{E, st}$ = Exchange power deviation } in the range of 20 – 30s ("steady state")

Δf_{st} = frequency deviation }

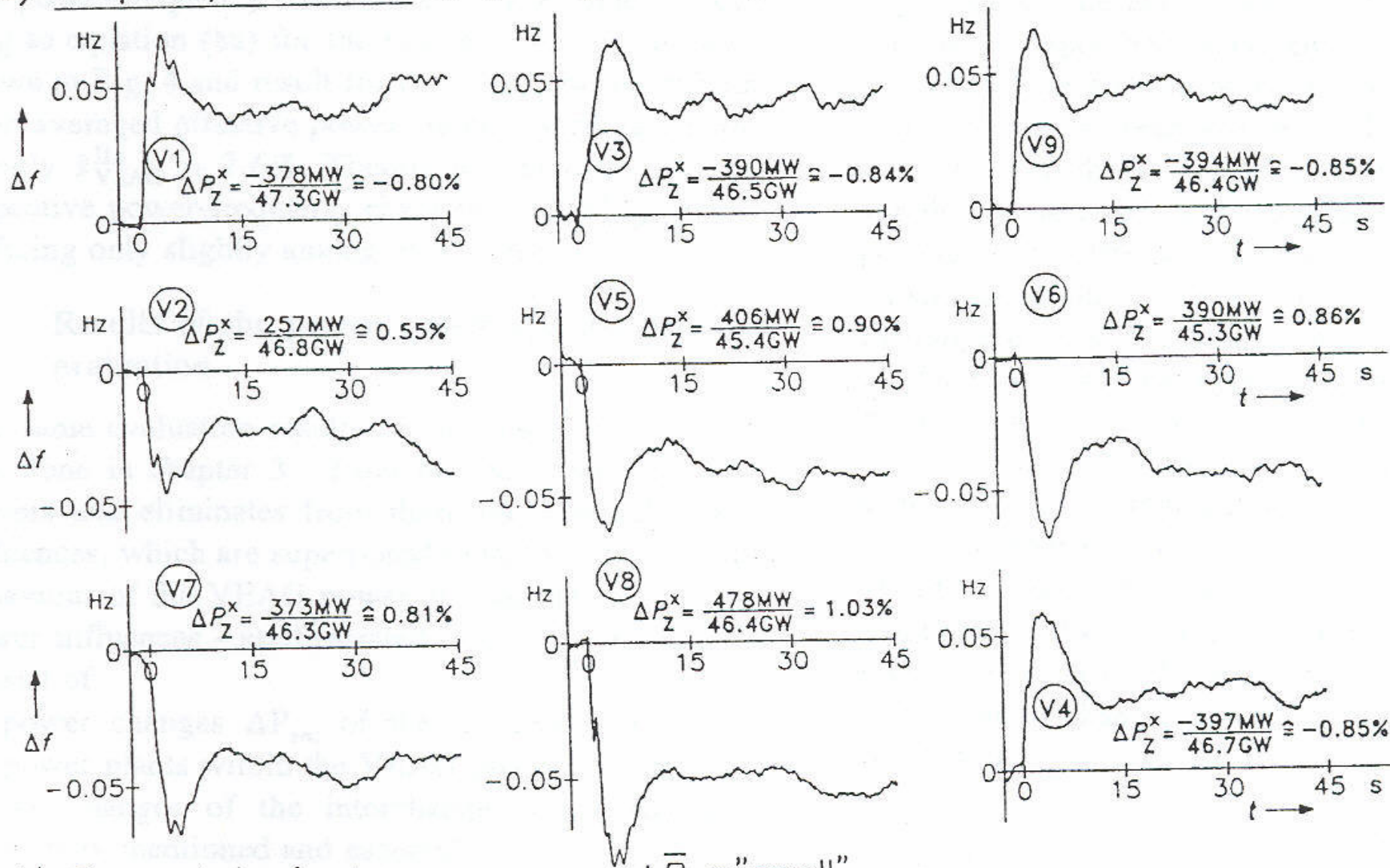
Δf_{max} = maximum frequency deviation

Fig. 3 Evaluation results of the experimental power system tests



Systémové testy

a) Frequency behaviour (e.g. Hagenwerder)





Připojení k UCPTE v říjnu 1995

- Na společném jednání Výkonného výboru v srpnu 95 ve Vídni předložila CENTREL zprávu o splnění podmínek a připravenosti k provedení zkušebního testu. Test zahájený 15. září spočíval v absolvování modelových výpadků zátěže v situaci „ostrovního provozu“ tj. v nejtěžších podmínkách provozu při odpojení soustav VEAG a části ukrajinské soustavy Lvovenergo. V ES ČR byl proveden výpadek 500 MW v elektrárně Mělník III. Díky dokonalé funkci primární regulace i v tomto náročném režimu došlo k poklesu frekvence jen o 80 mHz.
- Po úspěšném testu bylo na zasedání valné hromady UCPTE 28. září v Curychu rozhodnuto o synchronním propojení CENTREL k UCPTE.
- K vlastnímu propojení došlo 18. října 1995 ve 12.30 h zapnutím prvního propojovacího vedení 400 kV z ES ČR - V445 Hradec - Röhrsdorf.