

SYSTÉM AKNP-7

ÚVOD

Systém AKNP-7 je ruskej.

Aparatúra kontroly n-toku AKNP-7 zabezpečuje kontrolu hustoty toku tepelných neutrónov v AZ reaktora vo všetkých režimoch jeho práce v rozsahu 10% -120% nominálneho výkonu reaktora. Aparatúra meria hustotu toku neutrónov, mení ju na elektrický signál úmerný veľkosti n-toku a periódy rozbehu reaktora . Výstupné signály podáva:

- do systému ochrán reaktora - ALOS
- do automatického regulátora výkonu reaktora ARM
- do obmedzovača výkonu reaktora ROM
- do systému SVRK
- na riadiace pracovisko operátora reaktora - BD
- na zavažací stroj počas výmeny paliva - SKVP
- na núdzovú dozorňu - SKN

Systém AKNT je seizmicky odolný. Podsystem SKZ je zaradený do bezpečnostnej triedy 2, SKVP do bezpečnostnej triedy 3.

POPIS A CHARAKTERISTIKA ZARIADENIA

E.1. Účel a zloženie systému.

Aparatúra kontroly n-toku AKNP-7 zabezpečuje kontrolu hustoty toku tepelných neutrónov v AZ reaktora vo všetkých režimoch jeho práce v rozsahu 10% -120% nominálneho výkonu reaktora. Aparatúra meria hustotu toku neutrónov, mení ju na elektrický signál úmerný veľkosti n-toku a periódy rozbehu reaktora. Výstupné signály podáva:

- do systému ochrán reaktora - ALOS
- do automatického regulátora výkonu reaktora ARM
- do obmedzovača výkonu reaktora ROM
- do systému SVRK
- na riadiace pracovisko operátora reaktora - BD
- na závažací stroj počas výmeny paliva - SKVP
- na núdzovú dozorňu - SKN

E.1.2. Začlenenie systému

AKNT je súčasťou systému ochrany reaktora (SORR).

E. 1.3. Zloženie systému

AKNT je možno rozdeliť na:

- systém kontroly AZ počas zavážania a výmeny paliva v reaktore - SKVP
- základný systém merania počas spúšťania a energetického využitia RE-SKZ
- systém kontroly pre núdzovú dozorňu -SKN

AKNT sa skladá z meracích kanálov a naväzujúcej aparatúry. Merací kanál (MK) sa skladá z detektora, predzosilňovača s diskriminátorom alebo prevodníka I/f a merača. Na výstupe MK je analógový a digitálny signál úmerný n-toku a prevrátenej hodnote periódy,

ďalej sú na výstupe dvojhodnotové signály prekročenia zadaných hodnôt výkonu a periódy, správnosti, meraného pásma a previerky.

Signály do ochrán a regulátorov postupujú z pomocných blokov stojanov UNO v ktorých sú umiestnené dvojice MK pre SR a ER. Naväzujúca aparátúra spracováva výstupné signály z meracích kanálov na signály pre prístroje na riadiacom pracovisku operátora - zapisovače, číslicové a histogramové displeje a zvukové indikátory.

E. 1.4. Rozsah merania n-toku

Aparátúra meria n-tok v rozsahu $10^{-3} \div 1,2 \times 10^{10}$ n/cm².s⁻¹. Rozsah merania SKZ je rozdelený na tri podrozsahy:

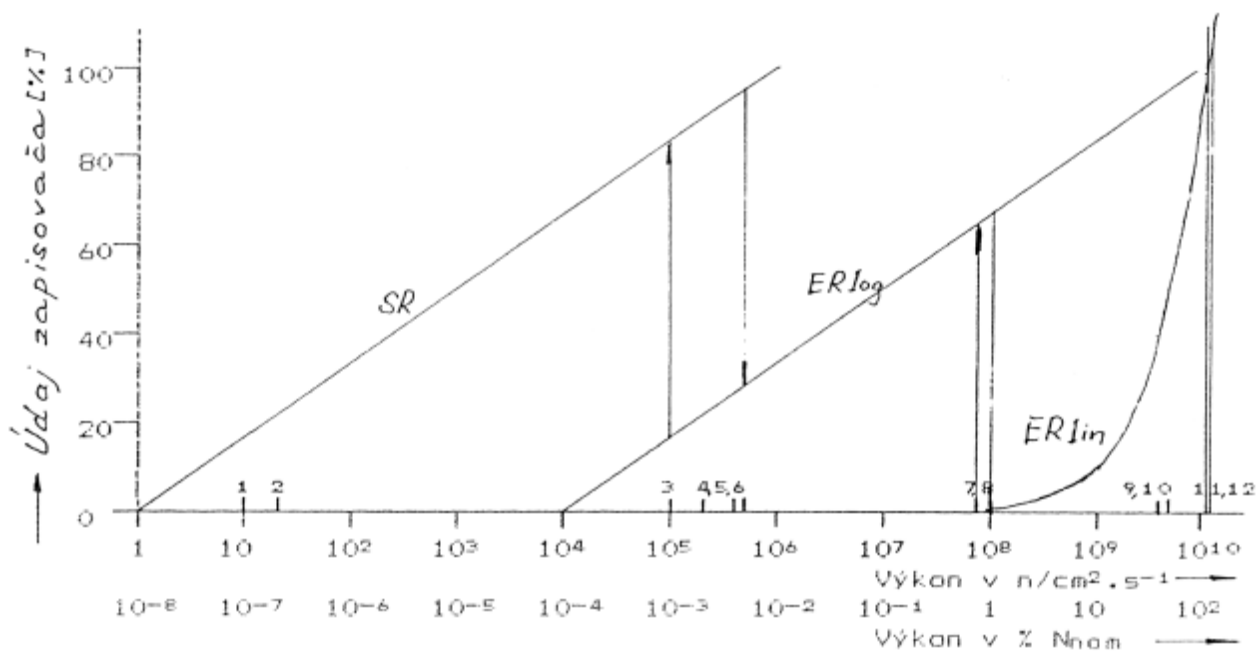
- spúšťací rozsah (SR)
- energetický logaritmický (ERlog)
- energetický lineárny (ERlin)

Meracie kanály spúšťacieho a energetického rozsahu majú vlastné detektory. Technické údaje kanálov SKZ sú uvedené v tab. 1.

Kanály SR tvoria štandardnú spúšťaciu aparátúru. Zabezpečujú kontrolu a ochranu RE od prekročenia n-výkonu a periódy pri spúšťaní reaktora.

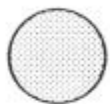
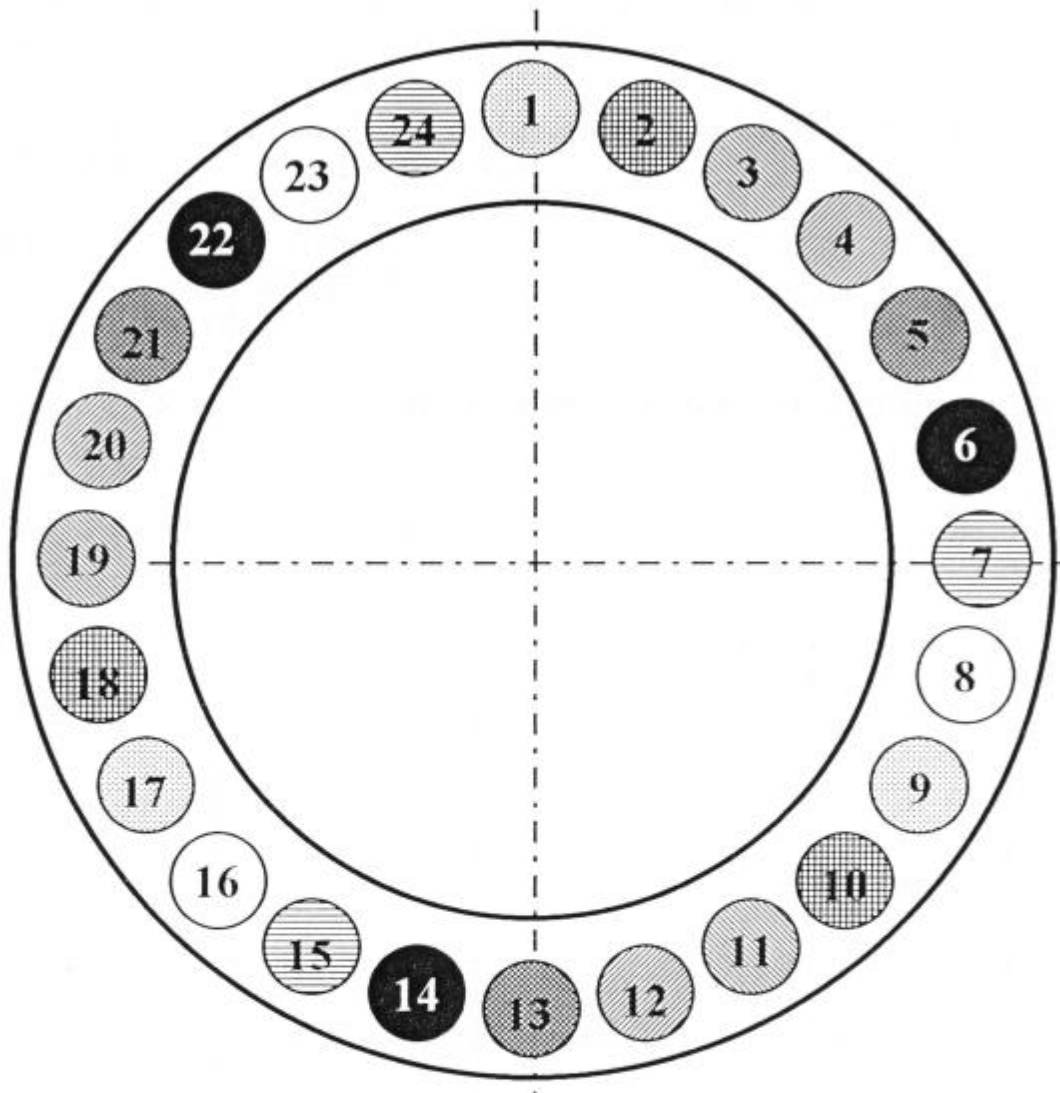
Kanály ERlog zabezpečujú kontrolu a ochranu RE od prekročenia n-výkonu a periódy pri nábehu reaktora.

Kanály ERLin zabezpečujú kontrolu a ochranu RE od prekročenia n-výkonu a periódy pri práci na energetických výkonových hladinách.

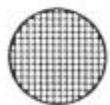


1	ZRSR pre pokles N
2	ZRSR pre rast N
3	ZRERlog pre pokles N
4	ZRERlog pre rast N
5	KRSR pre pokles N
6	KRSR pre rast N
7	ZRERlin pre pokles
8	ZRERlin pre rast N
9	KRERlog pre pokles
10	KRERlog pre rast N
11	KRERlin pre pokles
12	KRERlin pre rast N

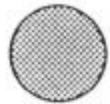
Závislosť údajov zapisovača od výkonu RE



- SR 1. komplet



- ER 1. komplet



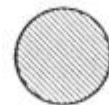
- SR 2. komplet



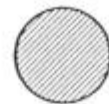
- ER 2. komplet



- 1. komplet SKVP



- 2. komplet SKVP



- SKN



- rezerva

E.1.5. Hranice zariadenia

Zo strany technologického zariadenia:

- detektory umiestnené v SBO

Zo strany zariadení ASRTP:

- vstupné svorky alebo konektory zariadení ASRTP a špeciálnych systémov (vrátane signalizácie)

Zo strany napájania:

- výstupné svorky ističa v podružných rozvádzačoch:
- 1BSK44, 1BSG45, 1BSK43 - I.kompl.
- 1BSM44,1BSH45,1BSM43 - II.kompl.

E.1.6. Umiestnenie

Zariadenie AKNP-7 je rozmiestnené takto:

- v SBO detektory
- v miestnosti A101/1 pomocné bloky subsystémov SKZ, SKN
- v miestnosti HCČ pomocné bloky SKVP
- v miestnosti 3116 1, 2, 3 UN064R (I. komplet SKZ) a 7UN065R (SKVP)
- v miestnosti 3108 4, 5, 6UN064R (II. komplet SKZ) a 8UN065R (SKVP)
- na BD na paneli CTH23, CTH24, CTH31, pulte CPH11, v operatívnej časti BD a paneli CTT5.03-04 v neoperatívnej časti BD.
- na ND na paneli CTN11, 1CLNL11

Tab. 1 Základné technické údaje meracích kanálov AKNT-SKZ

Parameter	Rozsah		
	SR	ERlog	ERlin
1. Typ merača	BPM-07R	BPM-08R	BPM-08R
2. Typ bloku detekcie	UDPN-03R	UDPN-12R	UDPN-12R

3. Typ detektoru	KNK-15	KNK-53M	KNK-53M
4. Rozsah merania ($n/cm^2 \cdot s^{-1}$) (% P_{nom})	$1 \div 10^6$ $10^{-8} \div 10^{-2}$	$10^4 \div 10^{10}$ $10^{-4} \div 100$	$10^8 \div 1,2 \times 10^{10}$ $1 \div 120$
5. Presnosť merania výkonu (%)	10(30)	10(30)	1
6. Časová konštanta MK (s)	200-0,2	20-0,2	0,02
7. Rozsah zvukovej indikácie	zvuková indikácia v celom rozsahu merania (možno vypnúť)		
8. Počet nastaviteľných medzí ochrany od výkonu	5	5	110
9. Rozsah kontroly periódy (s)	$\pm(500-10)$	$\pm(500-10)$	$\pm(500-10)$
10. Presnosť merania periódy (%hodnoty)	± 10	± 10	± 10
11. Nastaviteľné medze havarijnej ochrany od periódy (s)	10,20,40	10,20,40	10,20,40

Poznámky:

k bodu 5: z nameranej hodnoty, hodnota v zátvorke platí pre prvú dekádu merania.

k bodu 8: pomer medzi HAV-N : VAR-N : Nrom je 110 : 105 : 102

t.j. k spusteniu signálu Nrom dôjde pri 92,72% Nzad, k spusteniu VAR-N dôjde pri 95,45% Nzad, spusteniu HAV-N dôjde práve pri dosiahnutí zadanej hodnoty.

k bodu 11. pomer medzi HAV-T : VAR-T : Trom je 1 : 2 : 4.

Tab.2 Základné technické údaje subsystémov SKVP, SKN

Parameter	SKVP	SKN
1. Typ merača	BPM-07R	BPM-13R
2. Typ bloku detekcie	UDPN-05R1	UDPN-03R
3. Typ detektoru	SNM-11	KNK-15
4. Rozsah merania ($n/cm^2 \cdot s^{-1}$) (% P_{nom})	$10^{-3} \div 10^3$	$1 \div 10^5$ $10^{-8} \div 10^{-3}$
5. Presnosť merania výkonu (%)	10(30)	10(30)
6. Časová konštanta MK (s)	200÷0,2	100÷0,1
7. Rozsah zvukovej	zvuková indikácia v celom	

indikácie	rozsahu merania	
8. Rozsah kontroly periódy (s)	$\pm(500\div 10)$	$\pm(500\div 10)$
9. Presnosť merania periódy (%hodnoty)	± 10	± 10

Grafické znázornenie závislosti výstupného napätia pre zapisovač na výkone RE a n-toku je v prílohe č. 1.

Šípka za názvom medze ZR alebo KR znamená, že príslušný signál je na výstupe pri zvyšovaní výkonu ak je šípka smerom hore, ak je šípka smerom dole znamená že daný signál pri znižovaní výkonu zmizne (tzv. hysterezia). Pre signál KRER sa jedná o dvojicu signálov KRERlin a KRERlog.

E.2. Technický popis

Aparatúru AKNP-7 možno rozdeliť na 3 nezávislé podsystémy:

- základný systém - SKZ
- systém pre núdzovú dozornú - SKN
- systém kontroly pri zavážaní a výmene paliva - SKVP

Základný systém zabezpečuje kontrolu reaktora od nábehu až po jeho energetické využitie.

SKZ podáva výstupné signály do ochrán reaktora, regulátorov výkonu reaktora, na BD a informačno - výpočtových systémov.

Systém kontroly reaktora počas zavážania a výmeny paliva - SKVP slúži ku kontrole reaktora počas zavážania a výmeny paliva. Elektronika SKVP je umiestnená v miestnosti 3116 a 3108 v stojanoch 7UN065R a 8UN065R. Výstupné signály sú vyvedené do panelov CTT5.03 a na zavážací stroj.

System pre núdzovú dozornu zabezpečuje kontrolu RE pomocou troch meracích kanálov merajúcich v SR (ich detektory sú v rúrach SBO č.4,12,20). Kanály sú umiestnené v paneli CLN1.11 a zapisovače v pultpaneli CTN11 na ND.

E.2.1. Základný systém kontroly n-toku reaktora - SKZ.

SKZ tvorí 12 meracích kanálov, rozdelených do dvoch kompletov, 6 vstupno-výstupných blokov a naväzujúca aparatura. Signál z detektorov postupuje cez predzosilňovače (SR) alebo prevodníky I/f (ER) do skriní UN064R. Každá skriňa UN064R obsahuje jeden merač SR typu BPM07R, jeden merač ER typu BPM08R, vstupno - výstupnú jednotku typu BUM56R a napájacie transformátory. Trojica UN064R tvorí jeden komplet. Zobrazenie údajov o výkone a perióde sa uskutočňuje pomocou zariadenia zobrazenia neutrónových a technologických parametrov reaktora UIK 45R. Ďalej na BD na zapisovače sú privedené signály výkonu a periódy cez zariadenie UIK 45R. Zadávanie havarijných medzi HAV-N z BD je realizované pomocou bloku BKC14R. Pre potreby spúšťania RE je inštalovaný zvukovo-optický indikátor rozbehu reaktora.

Detektory SKZ sú umiestnené v SBO v kanáloch IK a sú nepohyblivé. Zapisovače sú umiestnené na paneloch CTH23, CTH24. Zvukovo-optické indikátory sú na paneli CTH31

Signály z meracích kanálov postupujú do:

- havarijných ochrán reaktora -ALOS
- automatického regulátora výkonu reaktora ARM
- obmedzovača výkonu reaktora ROM
- informačno-výpočtového systému Hindukúš
- signalizácie na BD

Signály z meracích kanálov po ďalšom spracovaní v naväzujúcej aparature postupujú na BD na zariadenie zobrazenia UIK 45R a z neho na:

- zvukovooptické indikátory rozbehu reaktora BSR25R
- zapisovače výkonu
- zapisovače periódy

Na ovládanie z BD slúžia:

- zadávače medzí ochrany od výkonu (pre každý rozsah a každé UNO sa medza HAV-N navolí zvlášť)

SKZ zabezpečuje nasledovné výstupné signály:

- analógové signály úmerné logaritmu výkonu pre SR a ERlog a signály úmerné prevrátenej hodnote periódy (len kladná perióda).
- dvojhodnotové signály informujúce o prevýšení zadanej (havarijnej) hodnoty úrovne výkonu a periódy.
- číslicové hodnoty výkonu a periódy z každého kanála
- informáciu o pracovnom rozsahu merania.
- zvukový a optický signál úmerný n-toku (výkonu) v celom rozsahu merania.
- informáciu o správnosti UNO
- informáciu o previerke UNO
- informáciu o veľkosti medzi HAV-N

Tabuľka č.3: Zaradenie meracích kanálov do kompletov

	I.komplet			2.komplet		
	1 UNO	2 UNO	3 LJNO	4UNO	5 UNO	6 UNO
SR	1	9	17	5	13	21
ER	2	10	18	6	14	22

Poznámka: Detektor č. 23 je rezervou pre SR, detektory č. 8, 16 sú rezervou pre ER.

Práca SKZ do ochrán reaktora.

Každý MK podáva do HO spúšťacie signály od prekročenia dvoch nastaviteľných medzí výkonu a periódy. Na výstupe stojanu UNO je len jeden výstupný signál svojho druhu (zobecnený) a to: ak je UNO v SR potom na výstupe je signál od prekročenia medze nielen v SR ale aj v ERlog a ERLin (platí to pre signály HAV-T, VAR-T, HAV-N, VAR-N) Pri práci v ERlog na výstupe UNO sú signály HAV-T, VAR-T z ER (meranie periódy je spoločné pre ERlog a ERLin v BPM08R). Signály HAV-N, VAR-N sú z logaritmického a lineárneho rozsahu ak UNO pracuje v podrozsahu ERlog a ak UNO pracuje v ERLin, potom signály do HO postupujú len z ERLin.

Tabuľka č.4: Prechod zobecnených signálov do HO

Rozsah z meracieho kanála	SR	ERlog	ERlin
Prechod signálu do HO	SR, ERlog, ERLin	ERlog, ERLin	ERlin

Poznámka: Signál HAV-N príde aj od signálu "koniec rozsahu" ERLin(110%).

Spúšťaciu úroveň ochrany od výkonu je možno nastaviť na bloku PUM163R, ktorý je na merači BPM07R pre logaritmické rozsahy (teda pre SR a ERlog) alebo na bloku PUM115R pre merač BPM08R, pomocou prepínača "ustavka", pričom musí byť v oboch prípadoch tlačítko S4-režim stlačené. Pri nestlačenom tlačítku režim je zadávanie medzí z BD z bloku BKC14R, kde pre každý merací kanál jedného kompletu je jeden prepínač medzi HAV-N.

Tlačítko S4-režim je pod zaplombovateľnou krytkou.

Pomer medzí HAV-N : VAR-N : Nrom je 110:105:102 pre SR, ERlog, ERLin pričom signál Nrom v SR a ERlog sa nevyužíva.

Spúšťaciu úroveň HAV-T sa nastavuje na blokoch PUM163R pre SR a PUM115R pre ER. Tlačítkovým prepínačom "ustavka T" navolíme spúšťaciu úroveň HAV-T. Navoliť možno

tieto medze: 10, 20 a 40 sekúnd. Ostatné úrovne sú od havarijnej odvodené a pomer HAV-T : VAR-T : Trom je 1:2:4 pre obidva rozsahy. Tlačítka pre voľbu HAV-T sú vedľa tlačítka S4-režim a sú pod zaplombovatelným krytom. Signál Trom sa v SR a ERlog nevyužíva.

Vydanie spúšťacích signálov z jednotlivých kanálov je signalizované takto:

- na samotnom MK na blokoch PUM115R,PUM163R sa rozosvieti svietivá dióda pri danom signále
- z prvého kompletu na paneli 1CTH23
- z druhého kompletu na paneli 1CTH24

Signál na paneloch je zobecnený t.j. vydanie havarijného signálu od výkonu alebo periódy je signalizované signálom HO, varovný signál bez ohľadu na to, či prišiel od výkonu alebo od periódy je signalizované signálom "VAR.SIG."

Vyššie spomenutý signál spolu so signálom pracovného rozsahu udáva presne kanál, ktorý, dáva signál do ochrán reaktora.

E.2.2. Systém kontroly n-toku reaktora počas výmeny paliva -SKVP

Aparatúru tvorí:

- 6 detektorov
- 6 predzosilňovačov a diskriminátorov
- 2 stojany UNO- 7UN065R a 8UN065R

- 2 zvukovooptické indikátory BSR25R
- 6 mechanizmovpremiestňovania s ovládacími obvody

Detektory sú umiestnené v SBO. V kanáloch č.7, 15, 24 sú detektory I. kompletu SKVP.

V kanáloch č.3, 11, 19 sú detektory 2.kompletu SKVP. Signál z detektorov je vedený do miestnosti A301 (paluba HCČ), kde sú umiestnené predzosilňovače a diskriminátory. Z nich postupuje do 7UN065R v miestnosti 3116 a do 8UNO 65R v miestnosti 3108.

Pri prevádzke reaktora na výkone bloky detekcie musia byť vyvedené zo zóny silných neutrónových a gama poli. Pre tento účel sa používajú mechanizmy premiestňovania. Riadenie mechanizmov premiestňovania sa vykonáva pomocou bloku signalizácie a riadenia BSS-41 R.

Mechanizmy premiestňovania majú DKV a HKV ktoré ukončujú pôsobenie povelov. Informačné signály o polohe bloku detekcie a prítomnosti fáz napájacích napätí sa privádzajú na blok BSS-41R. Blok signalizácie a riadenia BSS-41R je umiestnený pri stojke UNO. Riadenie premiestňovania blokov detekcie sa vykonáva ručne.

Systém je rozdelený do dvoch nezávislých kompletov. Každý z kompletov (t.j. UNO) dáva signál do ZIR-u typu BSR25R a na zariadenie zobrazenia UIK 45R.

ZIR-y dávajú zvukový signál úmerný hustote n-toku v reaktore, pričom farba tónu v jednotlivých dekádach sa mení. Tiež indikujú pomocou svietivých diód početnosť a prekročenie zadaných medzí pre výkon a periódu

Signály na ZIR-och sú sumáme a to:

- signál zelenej farby "Rabota" znamená že komplet (UNO) je v poriadku
- signál žltej farby "Stop" znamená že aparátúra vydala signál VAR -N alebo VAR-T.
- signál červenej farby "Reverz" znamená že aparátúra dala signál HAV-N alebo HAV-T alebo na aparátúre došlo k poruche, ktorú obvody kontroly zistili.

ZIR sa zapína vypínačom na čelnej strane.

Zapísavače sú dva, pre každý komplet jeden. Možno (ako pri SKZ) navoliť na zápis ľubovoľný kanál alebo strednú hodnotu .

E.2.2.1. Merací kanál

Základné parametre MK typu BPM07 sú uvedené v tab.č.2. Kanál BPM07R signalizuje prekročenie zadaných medzí od výkonu a periódy na svojom bloku PUM163R (v stojane UNO). Tiež signalizuje nesprávnosť kanála. V prípade nesprávnosti sa so signálom "Neispravnost'" podáva signál HAV-N. Na ZIR-och, ako bolo spomenuté, zasvieti signál "Stop" alebo "Reverz", súčasne zvukový signál prejde do trvalého tónu.

Medze (ustávky) sa nastavujú pre každý MK zvlášť na bloku PUM163R podobným spôsobom ako pre SKZ. Vonkajšie zadávanie nie je. Nastaviteľné medze HAV-T sú: 10, 20 a 40s. Varovné medze sú od nich odvodené a sú dvojnásobné t.j. 20, 40, 80s.

Tabuľka č.7.Hodnoty medzi pre nastavenie HAV-N

Poloha prepínača "ustavka" na PUM163R	Veľkosť n-toku pri ktorej dôjde k zapracovaniu (n/cm ² .s ⁻¹)
0	9,8
1	98
2	980
3	9800
4-9	98000

Poznámka: pomer HAV-N : VAR-N je 110 : 105.

E.2.3. Systém kontroly n-toku reaktora pre núdzovú dozomňu -SKN

SKN zabezpečuje kontrolu n-toku RE v spúšťacom rozsahu a je určený ako náhradný systém pre prípad, že nie je možné kontrolovať reaktor z BD.

Aparatúra je zložená z:

- 3 detektorov č.4,12,20 uložených v rúrach SBO
- 3 predzosilňovačov a diskriminátorov umiestnených v m.č. A101

- 3 meračov BPM13R umiestnená na ND v paneli CLN1.11
- 3 zapisovačov umiestnených na ND v paneli CTN11

Signál úmerný n-toku RE postupuje z detektorov umiestnených v SBO cez predzosilňovače a diskriminátory umiestnené v A101 do merača BPM13R umiestneného na ND v paneli CLN1.11. Výstupný signál výkonu sa zapisuje na zapisovačoch. Samotný merač má na svojej čelnej strane číslicovú indikáciu výkonu a periódy.

Prepínačom "Porog %" na čelnej strane je možno nastaviť medzu zapracovania HAV-N v % rozsahu, pričom pomer HAV-N : VAR-N : N_{nom}=110 : 105 : 102. Prekročenie sa signalizuje svietivými diódami umiestnenými vedľa. V spodnej časti je sieťový vypínač, signálky "Set" a "Ispravno" signalizujúce zapnutie a správnosť meracieho kanálu. Ďalej sú prepínače detektorov, prepínače režimu práce displeja a nulovanie. Pretože detektor je jeden bude trvale zatlačené tlačítko "1" (môže byť BJ tlačítko "suma"). Pri stlačení tlačítka imp/s je údaj v impulzoch za sekundu a pri stlačení tlačítka "%" je výkon v %N_{nom}.

Signál výkonu z MK BPM13R je vyvedený na zapisovač výkonu. Zapisovače sú umiestnené v paneli CTN11.