



CS06RA761

INSTITUT ZA NUKLEARNE NAUKE

„BORIS KIDRIČ“

461/47

REAKTORSKI OSCILATOR

- I-III -

III D e o

IZ-e57-e67-1961

VINČA-BEOGRAD

INSTITUT ZA NUKLEARNE NAUKE "BORIS KIDRIČ"

Laboratorija za fiziku reaktora

Zadatak: 4el/47

Nosilac zadatka:

Branimir Lolić

4el/47

REAKTORSKI OSCILATOR

- I-III -

III D e o

IZ-e57-ee67-1961

VINČA - BEOGRAD

decembar 1961.

LABORATORIJA 00

Proj. ugovara 00-101/47

Zadatak 00/20

PROJEKT REAKTORSKOG OSCILATORA

-Elektronski uređaj-

Izradile,

Ing. Stejan Jovanović
Cv. Jovanović

Technički saradnici:

Roman Dražić
Draženović
Miljana Panović
Mihaljević

DISCLAIMER

**Portions of this document may be
illegible in electronic image products.
Images are produced from the best
available original document**

I.OPIS RADA ELEKTRONSKOG SISTEMA REAKTORSKOG
OSCILATORA

Uvod

U ovom delu projekta su razmatrane dve metode rada reaktorskim oscilatorem.Jedna od metoda je tsv. metoda amplitudskog modulacije snage reaktora koja se primenjuje u glavnom u Kanadi,Bngleškoj i Americi (USA).Druga (novija metoda) je fazna metoda.Ova poslednja se koristi u Francuskoj.Za projekt našeg oscilatora su predviđene obe metode.

A. METODA AMPLITUDNE MEREZACIJE (AM)

Rad na oscilatoru metodom AM zahteva uvek jednu određenu snagu reaktora, a tim da drift snage reaktora bude u određenim granicama.

Metoda se sastoji u sledećem:

U kanalu reaktora, dovedenog na određenu snagu, vrši se oscilovanje uzorka koji se ispituje. Kako je uzorak obično absorber, to se njegovim oscilovanjem vrši i oscilovanje snage reaktora čija se amplituda menja oko srednje vrednosti. Promenu amplitude snage registruje ionizaciona komora fiksirane pozicije. Ionizaciona komora je vezana sa posebnim elektronskim kanalom. Posebni elektronskim sistemom određuju se vremena registracije mernog signala.

Pod ove metode imamo pojavu efekta apsorpcije i rasejanja ispitivanog materijala, koji su međusobno fiksno pomereni. Međutim, kako treba izbegći efekat rasejanja, koji se javlja pri oscilovanju materijala, to je neophodno izvršiti bezdarenje oscilatora da bi se odredio centar oscilovanja uzorka u kanalu reaktora i vreme za koje se vrši integracija. Centar oscilovanja uzorka i vreme integracije uključuju se na onom mestu gde je apsorpcija maksimalna a rasejanje manje znak, tj. minimalne.

Kontrola snage reaktora vrši se posebnos(monitor) komorom.

Blok-šema elektronskog sistema metode AM (česta br.1)

Merni kanal oscilatora sastoji se iz sledećeg:

1. Merna komora
2. jednosmernog prepojedavača sa linearnim radom
3. pojedavača

4. selektora broja oscilacija
5. integratora
6. čoperaškog sistema sa fotočelijom, sijalicom i diskom
7. oscilografa sa dvostrukim mlažom i spoljniim generotorom baze.
8. kalibracione jedinice.

Opis rada

Signal mjerne komore se preko linearnog predpojakača M_1 i pojadrivača A_1 vodi na kontakte R_{L1d} releea R_{L1} selektora broja oscilacija. Na kontaktu releea R_{L1d} signal se dalje vodi na kontakte R_{L5a} releea R_{L5} za šopovanje i preko njega na integrator.

Selektor broja oscilacija je sistem kojim se unapred određuje broj oscilacija oscilatora. Pošle ovog broja automatski se prekida vezni (kontakt R_{L1d}) pojadrivač A_1 sa integratorom, pa i merenje.

Relajski sistem za šopovanje, u kompletu sa sijalicom, diskom (koji ima jedan procep) i foto čelijom, u izvešnjem vremenskom intervalu, u toku svakog cikla, uljučuje integrator u merni kanal. Uključivanje se vrši preko kontakta R_{L5a} releea R_{L5} za šopovanje. Na ovaj način se releom R_{L5} određuje dužina integracije signala prema mestu oscilovanja uzorka u odnosu na centar komore.

Disk se sinhrono obrće sa sistemom za kretanje uzorka i prekida svetlosni mlaž. Na disku se nalazi otvor čiju je širinu moguće ručno regulisati specijalnim mehanizmom i na taj način dobiti željenu dužinu osvetljavanja fotičelije u odnosu dužini integracije.

Za vreme bavljenja oscilatorom, na poletku svake periodične oscilovanje, mikroprekidač 2 startuje sa tasterastim napon za bazu oscilografa. Oscilograf je sa dve sljedećim ulazima. Na jedan ulaz se dovodi signal iz pojedavača, a na drugi veduči signal sa ulaza integratora. Krive dobivene na ovaj način na oscilografu, pri raznim centrima oscilacija, fotografiju se po se njisovim poređenjem određuje optimalan centar oscilovanja (za dati položaj komore) i širina integraljenja. Na sl. 1 dati su oblici impulsa za različite centre oscilacija sa materijalem: Cd - kao iarski apsorber i grafit kao razejatelj.

Pri normalnom radu katodni oscilograf je isključen zbog smetnji koje mogu da se unesu u integrator. Kalibracione jedinice služe za provjeru ispravnosti kompletног zernog elektronskog kanala.

Oscilograf sa dvostrukim slazom služi za snimanje oblika impulsa sa različite centre oscilacije posle čega je moguće tačno odrediti trajanje i mesto gde treba vršiti integraciju.

Mikro prekidačima se u određenim vremenskim razmacima startuju vremenski sistem (ukoliko se ne radi sa fotodelijem) i generator baze katodnog oscilografa. Posebno se vrši prekidanje kalibracione jedinice.

Program rada

Kada uzorak počinje da osciluje - simultano se obrće i disk sa otvorom, mikroprekidač 2 te se zatvara pri čemu se uključuje selektor broja oscilacija i vremenska baza oscilografa. Sijalica, optika i foto delije su fiksim, a disk sa otvorom vrši prekidanje svetlosnog ulaza prema fotodeliji tako da rele R_{15} drži zatvoren svoj kontakt dok je fotodelija osvetljena.

Na sl. 2 date su krive vremenske zavisnosti radu komandnog i mernog sistema.

BLOK SISTEMA KOMANDNOG I MERNOG SISTEMA AMPLITUDNE VREMENJAVICE (Slika br. 4)

Komandni deo ovog sistema se sastoji iz:

1. brojačke čelije
2. selektora broja oscilacija

1. Brojačka čelija se sastoji iz signale čiji je svetloani snop usmeren preko optike ka fotočeliji. Između signala i optike postavljen je disk sa jednim presecom. Disk se okreće dva puta u ciklusu, tako da fotočelija daje dva električna impulsa za jednu oscilaciju oscilatora. Impulsi fotočelije veče se na selektor broja oscilacija.

2. Selektor broja oscilacija se sastoji iz kola za dobijanje impulsa, jednog skalera sastavljenog od 4 binara ($PF_1 - PF_4$) (skala 2) i dve detektorne jedinice i glavnog svorestabiličnog kola (PF_0) koje upravlju relima, R_{L1} i R_{L2} za start i stop. Broj oscilacija oscilatora sada se preko množenja na preklopniku X_1 za položaj AM.

Vremenjski rad se oviđe na sledeći načini: impuls koji odgovara prvoj oscilaciji oscilatora, posle katodnog padačeva (KP), vodi se s jedne strane u skaler a sa druge na dvostabilno kolo (PF_0). To je u isto vreme start impuls koji će pobuditi rel R_{L1} koji uključuje kontakte R_{L1a} , R_{L1b} i R_{L1c} . Impuls koji se dešava na početku prve oscilacije vremenskog kola ne odbroji). Ovim se uključuje u rad integratorsko i vremensko kolo. Komutatorima X_1 i X_2 moguće je odabratiti željeni broj oscilacija. Komutatorom X_1 moguće je izabrati 1,2,4 i 8 oscilacija, dok se preklopnikom

K_2 ovaj broj oscilacija može da umnoži sa brojevima 10 ili 100. Impule koji odgovara odabranom broju oscilacija vodi se preko preklopnika K_2 , kao stop impulu, na dvostevilno kolo FF_0 koje se postavlja u drugo stanje, te rela Al_1 otpušta svoje kontakte. Kada se isključuje integratorsko kolo iz mernog kanala.

Rela Al_2 je za signalizaciju početka i kraja merenja kao i za zavrsavanje rada merne aparature.

Na sl. 3 dat je dijagram zavisanosti vremenjskog kola.

B. FIZIČKA METODA (FM)

Kod ove metode koriste se dva signala joničarske komore koje se javljaju kada osciluje uzork. Prvi je lokalni signal (L), koji se javlja u okolini oscilovanja uzorka, a koji je u fazi sa oscilovanjem uzorka. Drugi je globalni signal (G) koji se javlja u svim tacikama reaktora i koji fazno saostaje sa oscilovanjem uzorka. Pri merenju se koristi jedna komora koja se tako postavi da meri rezultujući signal (R) koji je pod ugлом Θ u odnosu na oscilovanje uzorka.

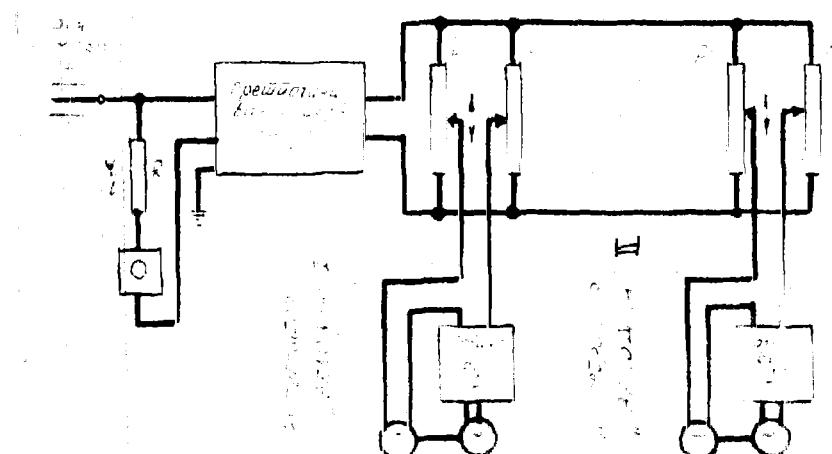
Uzrokuje komore je proporcionalna resultanti R . Analognim analizatorom harmonike meri se amplituda i faza resultante. Za rad se posmatra amplituda i faza samo prvog harmonika. Amplituda rezultujućeg signala proporcionalna je nivoj reaktora, dok Θ ne zavisi od nivoa snage reaktora. Međutim, neophodna je stabilnost snage reaktora reda 10^{-3} u toku merenja. Takođe, temperatura D_2O i urana treba da je konstantna da bi se izbegla promena snage reaktora. Stabilnost učestanosti oscilacija oscilatora treba da je reda 5×10^{-4} , jer varijacije učestanosti oscilatora od 1/1500

unoat grešku od $0,5^{\circ} = 40$.

Kod ove metode nije neophodno da se kod računih merenja radi na istoj snazi reaktora.

ANALOGNI ANALIZATOR HARMONIKA

Blok Sema analizatora dat je na slici 4.



Sl. 4

Napon oponicije (ϕ) je jednosmerni napon vezan na red sa jednosmernim naponom koji se stvara na radnom otporu R ion. kontore od konstantnog fluka reaktora pre uključivanja oscilatora u rad. Na ovaj način pojačavač pojačava samo promenljivu komponentu, signala ionizacione kontore.

Na izlazu pojačavača A_1 vezane su dva cosa z_1 i z_2 . Izlazi mostova vode se na dva integratora tipa "velodin". Velodin se sastoji iz pojačavača A_2 jednosmernog motora M i tachometra T .

Ugas za koji se obrne osuvina motora za određeno vreme, proporcionalan je integralu signala za to vreme. Da bi se ovo dobilo, motor sudrži jedan tachometarski nazotač.

Indukovani napon na kalemu tachometru je proporcionalan brzini motora. Povratnom signalom ovaj se napon vraca na ulaz integratora I_2 . Ovde je postignuta linearna zavisnost izlaznog napona integratora u odnosu na mereni napon u . Svaki integrator ima precnosti nad čisto elektronskim sistemom, jer su je kapacitet integracije beskonačan a i preciznost čitanja mu je lakša.

Ulagani napon (u) integratora je funkcija koja se može rastaviti u furijev red dajući mu koeficijenti dati opštim obrazcima:

$$a_k = \frac{2}{T} \int_0^T u \sin k\omega_0 t dt \quad i \quad b_k = \frac{2}{T} \int_0^T u \cos k\omega_0 t dt$$

U ovaj se analizi predpostavilo da su svi harmonici osim prvega zanemarljivi, jer je konstatovano da amplituda harmonika signala opada doista brzo sa svojim redom te se i ne uzimaju u obzir. (Amplituda drugeg harmonika je 25% od osnovnog).

Iz gornje jednadžbine za koeficijente a_1 i b_1 vidi se da treba integraliti funkciju u sinost i u cosost. Kako na integrator dolazi samo signal u , to je potrebno izvršiti operaciju množenje signala sin i cos funkcijom pre nego što se dovede na integrator. U tu svrhu se potencijometri i i $\pi/2$ u vreme merenja obrdu sinusoidno na faznim poserajem od $\pi/2$. Tada će na integratoru dovesti funkcije u sinost i u cosost. Ilagani signali integratora su koeficijenti a_1 i b_1 . Resultantni signal je:

$$R = \sqrt{a_1^2 + b_1^2}$$

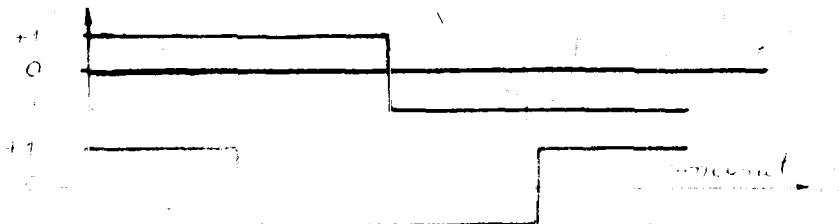
A ugaoo:

$$\tan \Theta = \frac{b_1}{a_1}$$

Metoda četvrtaste modulacije - Slično rečenoj kada se iz-

* gde je ω_0 kružna učestanost oscilacija oscilatora.

Izani napon pojačevачa je modulišće funkcijama sgn. sinusot i sgn. cosinusot. Ove funkcije su date na slici (5).



5.

Restačvijanje u nultijev red ovih funkcija dobija se:

$$\text{sgn } \sin \omega t = \frac{4}{\pi} \left(\underline{\sin \omega t} + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t + \dots \right)$$

$$\text{sgn } \cos \omega t = \frac{4}{\pi} \left(\underline{\cos \omega t} - \frac{1}{3} \cos 3\omega t + \frac{1}{5} \cos 5\omega t - \sin 2\omega t - \frac{1}{3} \sin 6\omega t - \dots \right)$$

Uzak ove funkcije modulišu dolazeći signal iz pojačavača, a uzimaju se u obzir samo prvi harmonik, to se na nizu integratora dovodi kao u prethodnoj metodi u sineot i cosineot.

Ovo je fazna metoda sa četvrtastom modulacijom koja ima sledeća praktične prednosti nad prethodnom, potencijometarskom metodom:

1. Neugude je grublje rukovanje aparatrom i ne postoji negativnost stanja.
2. Vremenski dio je uprošćen
3. Neugude je koristiti i više učestanosti za modulaciju ulaznog signala.

Izmatrano nastavi P_0 i $P'E'$ nisu idealni i ne uključavaju signali u faktorima višeg reda proporcionalnim sineot i cosineot već faktorima π i λ' koji su dati sa:

- 10 -

$$K = A_0 + A_1 \cos \omega t + B_1 \sin \omega t + A_2 \cos 2\omega t$$

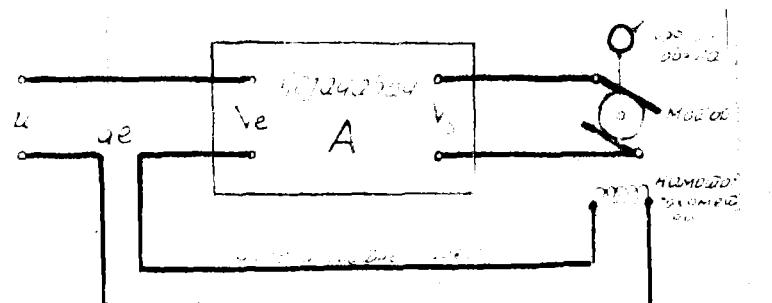
$$K' = A'_0 + A'_1 \cos \omega t + B'_1 \sin \omega t + A'_2 \cos 2\omega t$$

gde su $A_1 \neq B'_1 \neq 1$, a svih drugih koeficijenata nalič u odnosu na 1. Obe integratore nisu rigurozno identični pa koeficijenti proporcionalnosti \mathcal{L} i \mathcal{L}' , koji dešavaju vezu između rotacije sa integratorom signala malo se razlikuju. Na kraju celog broja K perioda serije se uveri:

$$a_1 = \mathcal{L} \int_{-\frac{2\pi}{\omega}}^{\frac{2\pi}{\omega}} K u dt \quad i \quad b_1 = \mathcal{L}' \int_{-\frac{2\pi}{\omega}}^{\frac{2\pi}{\omega}} K' u dt$$

Frekvencije koje se na ovaj način unose malje su od $< 0,5^\circ$ pa je i opseg točnosti u zadovoljivajućim granicama.

PRINCIP RADA "VELOMETERA" (sl. 6)



Sl. 6.

Ako se zanevari empolinduzcija motora dinamicka jednacina sistema vide:

$$\frac{(u + d - k\omega)A - kM\omega}{R_A + R_M} C = I \frac{d\omega}{dt} + f$$

gde su u - ulazni signal integratoru

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} \quad - \text{ugeozna brzina motora.}$$

$k\omega$ - konstanta elektromotornog maha dinamometra

- $e = kM\omega$ – kontro elektromotorna sile dinamo-motora
 R_A – unutrašnji otpor pojačavača
 R_M – unutrašnji otpor motora
 A – pojačanje pojačavača
 J – momenat inercije grupe motor-tahometar
 C – odnos spreg/struja motora
 F – koeficijent vezan za trenje
 d – napon fluktuacije pojačavača A_2 i A_2' .

Ako se pretpostavi da ne ostaje u opsegu linearnog rada sistema, a to će biti ako pojačavač nije zasaden pa je

$$|d + u - \omega A_2| \leq e_s$$

gde je e_s ulazni napon zasedenja pojačavaču A_2 . Predhodna jednačina može da ne napiše:

$$\omega = \frac{1}{\frac{kM}{A} + K} \left[u + d - \frac{1}{A} \frac{R_A + R_M}{C} \left(J \frac{d\omega}{dt} + f \right) \right]$$

Ako je:

$$d - \frac{1}{A} \frac{R_A + R_M}{C} \left(J \frac{d\omega}{dt} + f \right) \ll u$$

i ako je $A = C \frac{d\omega}{dt}$, ili je $\frac{d\omega}{dt}/A \ll K$ dobije se da je ω proporcionalno sa u :

$$\omega \approx l/K \cdot u$$

a θ proporcionalno integralu ulaznog signala:

$$\theta = \frac{1}{K} \int_{t_1}^{t_2} u dt$$

gde je θ ugao za koji se okreće osovina motora u vremenu od t_1 do t_2 .

Koza da se zapazi da je na početku i na kraju merenja ugaona brzina sistemu o (pri polaska i posle zauštevljenja) Tada je:

$$\int_{t_1}^{t_2} d\omega = 0$$

to će reći da inercija sistema ne može gresku u merenje.

Linearna veza između mernog napona i kontro elektromotorske sile motora $E_M \omega$ može da se pokaze na sledeći način.

Koza je i struja indukta motora.

Razlike potencijala na krovnjicama motora jednaka je:

$$V_a = \ell + V_e \cdot i$$

Razlike potencijala na ulazu vođačeve jednaka je:

gde je α razlike potencijala tachometarskog namota je (α - koeficijent proporcionalnosti).

$$\text{Takodje je } V_a = A V_e$$

Eliminacijom V_a iz gornje tri jednačine dobija se:

$$\ell = \frac{A}{1+\alpha A} u - \frac{R_m}{1+\alpha A} \cdot i$$

Ako je $A \gg 1$, poslednja relacija postaje:

$$\ell \approx \frac{1}{\alpha} u$$

Što pokazuje proporcionalnost kontro elektromotorske sile motora ℓ i mernog napona u .

Komandni deo sistema fazne modulacije (šema br.2) - je isti kao komandni deo AM. Razlika je ovde u disku koji ima jedan uži precep fiksne širine. Ovo je radi toga što je kod ovog sistema potrebno da se registruje broj oscilacija. Disk se kod ovog sistema obrne jednom za vreme jedne oscilacije. Broj impulsa koji odbroji selektor broja oscilacija čita se na preklopniku (K_1) sa položajem YM. Moguće je odabrati broj oscilacija 1,2, 4, 8 i 16, a tim što je preklopnikom K_2 može ovaj broj umnожiti faktorima 10 i 100.

NACIN RADU KOMANDNOG SISTEMA ČETVRTASTOM MODULACIJOM (šema br. 2)

Kod ovog načina rada integracija se vrši, kao što je već rečeno, modulišući signal četvrtastim funkcijama sgn. sinusot i sgn. cosinusot. Modulacija se vrši komandovanjem relativa R_{L3} i R_{L4} .

Komanda sistema četvrtaste modulacije koristi istu brojačku ćeliju i deo je uobičenje signala ulaznog kola selektora broja oscilacija. Razlika je jedino u disku koji sada ima četiri precepa simetrično raspoređena, jer se u toku jedne periode oscilatora šalju četiri impulsa za upravljanje modulacionim relativa R_{L3} i R_{L4} .

Sistem za komandovanje relativa sastoji se iz tri dvostavilna kola PF_a , PF_b i PF_c). Ulazno kolo ovog sistema PF_2 je sa različitih snoda spregnuto sa druga dva kola PF_b i PF_c kao što je pokazano na šemi br. 2 (šrafirane polovine provode u početnom stanju), a relati R_{L3} i R_{L4} su vezana za anode koje u početnom stanju ne provode.

Rele R_{L3} i R_{L4} privlače svoje kontakte T₁ i T₂ čiji se izlazi vode na integratore.

Rele R_{L3} je komandovano neparnim impulzima, dok je rele R_{L4} komandovano parnim impulzima.

Vremenski dijagram komandnog kola (četvrtastom) modulacijom dat je na slici br. 7.

Impulsi koji su u oba sistema dobijeni fotočelijom, mogu takođe da se dobiju mikro prekidačem koji je sinhronizovan sa okretanjem oscilatora.

**II. OPIS ALIINE AYARATURU I PRINCIJELNIE
ELEKTRONICHNEJ SISTEMA KOMANDNOG ELEKTRON-
SKOG SISTEMA**

MERNI KANAL FM I AM

U cilju korišćenja jedne merne instrumentacije za oba merna sistema (AM i FM), ovim delom projekta se predviđaju za jednički pojačavači A_1 i integratori (velodin). Jednosmerni pojačavači A_2 i A'_2 treba da su sa direktnom spregom, a ne vibratorskog tipa kao što je dato u staroj verziji francuskog sistema. Ovo je radi toga što pojačavači A_2 i A'_2 vibratorskog tipa nisu zadovoljili u staroj francuskoj aparaturi. Pottier u svom radu navodi da se za noviji tip elektronskog sistema direktno spregnuti pojačavači A_2 i A'_2 . Da bi se smanjila greška u merenjima ispod $2,25 \cdot 10^3 = \frac{\Delta\alpha}{\alpha}$ (gde je α koeficijent ismeren na prvom integratoru) - kao što Pottier navodi u svom radu, pojačanje ovih pojačavača treba da je ≥ 5000 .

Kao što smo videli u prvom delu, kod ovog tipa integratora (velodina) ugao na koji se okreće osovina motora za vreme od t_1 do t_2 jeste integral ulaznog signala:

$$\theta = \int_{t_1}^{t_2} u dt$$

Odavde se vidi da se isti integrator može da koristi i za metodu amplitudске modulacije. Razlika je u korišćenju ovog integratora za AM metodu u odnosu na FM u teliku što se ovde koristi samo jedan integrator i nije potrebno modulisati izlazni signal pojačavača A_1 . Znači da se za merenje kod AM metode izlazni signal pojačavača A_1 direktno vodi na jedan integrator velodin - (potencijometri PR i F/H isključeni) koji nam daje veličinu promene reaktivnosti reaktora sa ovu metodu.

Kako izlazni signal pojačavača varira prema upotrebljenoj metodi (AM ili FM), a i zbog toga što veličina signa-

la varira prema vrsti materijala koji se osciluje, to je neophodno da izlaz pojačavača A_1 bude promenljiv u izvrsnim granicama. Kako se još nezna koje će promene struje komore da se javi pri oscilovanju uzerka, to se ovde predlaže pojačanje pojačavača A_1 reda 10^3 . Pojačavač A_1 treba da je, takođe, direktno spregnut.

Šema br.3 jeste kompletan blok šema za obe sistema. Prekidači p_1 i p_2 jesu za izbor AM ili FM rad (četvrtasta modulacija). Prekidači p_3 i p_4 jesu za prebacivanje napona oponice (0) i predpojačavača za rad sa AM i FM. Prekidač p_5 je za isključivanje integratora II kada se radi sa AM metodom, jer je kod ove metode potreban samo jedan integrator.

Za obe metode treba prilagoditi napon oponice (0) na predpojačavaču tako da jednosmerni pojačavači pojačaju samo najmaničnu komponentu struje joniizacione komore.

Predlaže se da se merni kanal (komore, pojačavač A_1 , predpojačavni i integratori-velodin) naruče iz Francuske, a tim što se prethodno treba upoznati sa najnovijim dostignućima u Francuskoj (Saclay) u vezi njihove aparature. Ovo je neophodno, jer je jedino obaveštenje o staroj francuskoj aparaturi dao Pottier 1955 god., a već tada je nagnut na novoj aparaturi sa znatnim izmenama.

Iz Francuske treba, takođe naručiti i test jedinicu datu na sl. 9, za kalibraciju mernog kanala i mostova P_k i P'_k .

Predlaže se da se komandni sistem (vremensko kolo, sistem za čopovanje, komanda za četvrtastu modulaciju i sistem sa fotočelijom) isradi u ovom institutu. Za ova kola su date principijelne električne šeme i specifikacije materijala.

(g o d g o d g o d g o d)

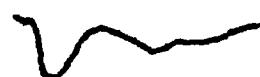
Telomar lengthening = increase in length

ca. 1

ndomath 60 " 9



domath 60 "+

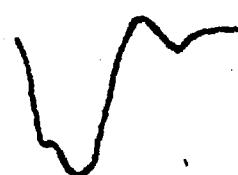


ndomath 60 " 8

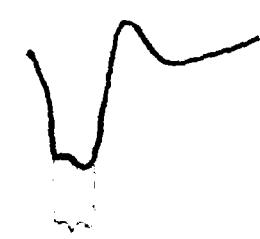


200102
Aug 5 2001

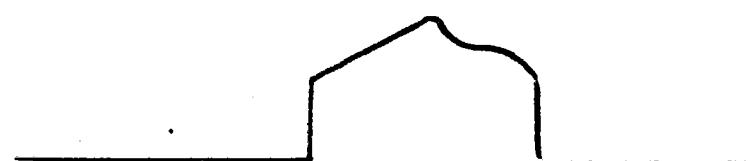
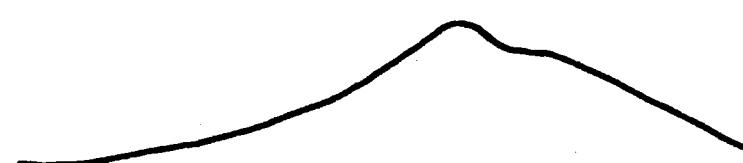
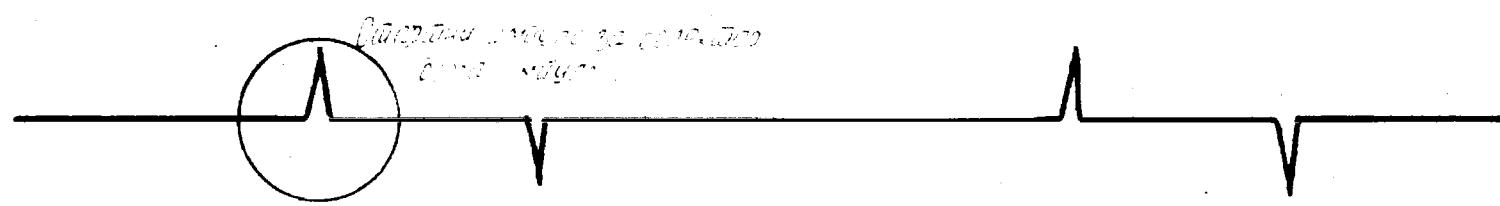
200102



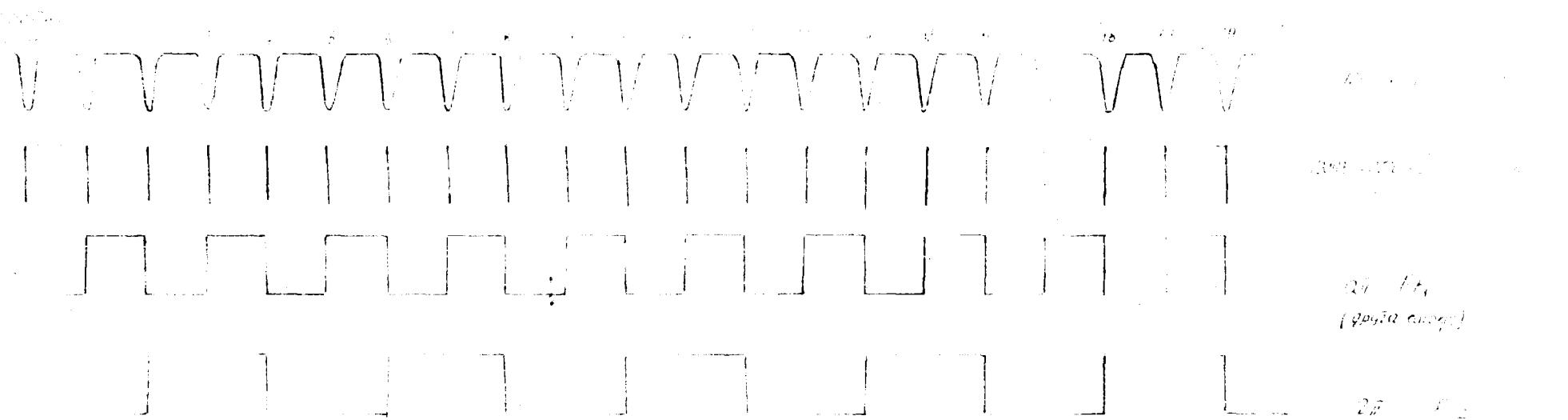
200102 00:11:52 2001
0.7 " telomar lengthening



200102
00:11:52



ca. 2

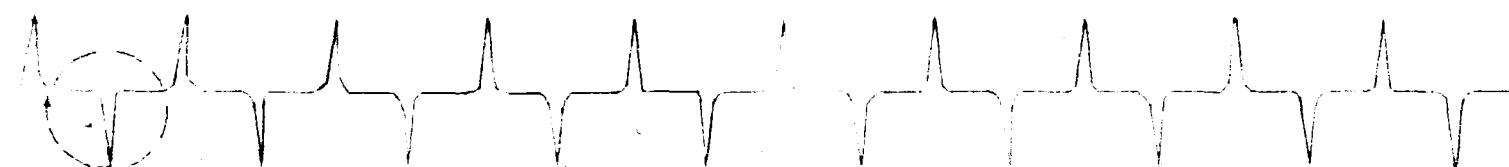


δ_1 / τ_1
(ppm or sec)

δ_2 / τ_2

δ_3 / τ_3

δ_4 / τ_4



1.3, 2.1, 3.7, 4.7, 7.2, 7.7 ppm
20 sec. scale $\times 10$

1.3, 2.1, 3.7, 4.7, 7.2, 7.7 ppm
 $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$

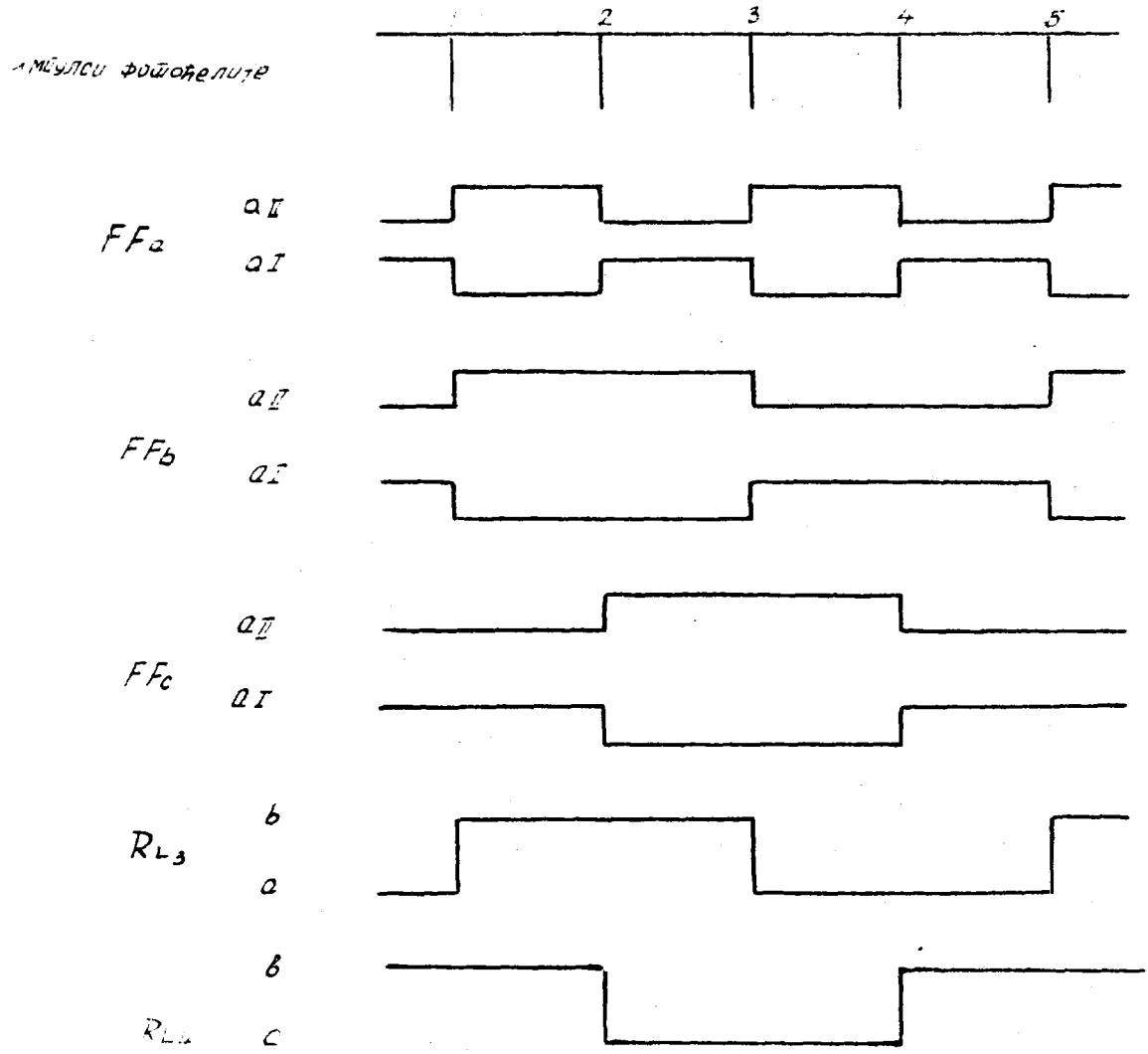
1.3, 2.1, 3.7, 4.7, 7.2, 7.7 ppm
 $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$

1.3, 2.1, 3.7, 4.7, 7.2, 7.7 ppm
 $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$
cyclic
methyl

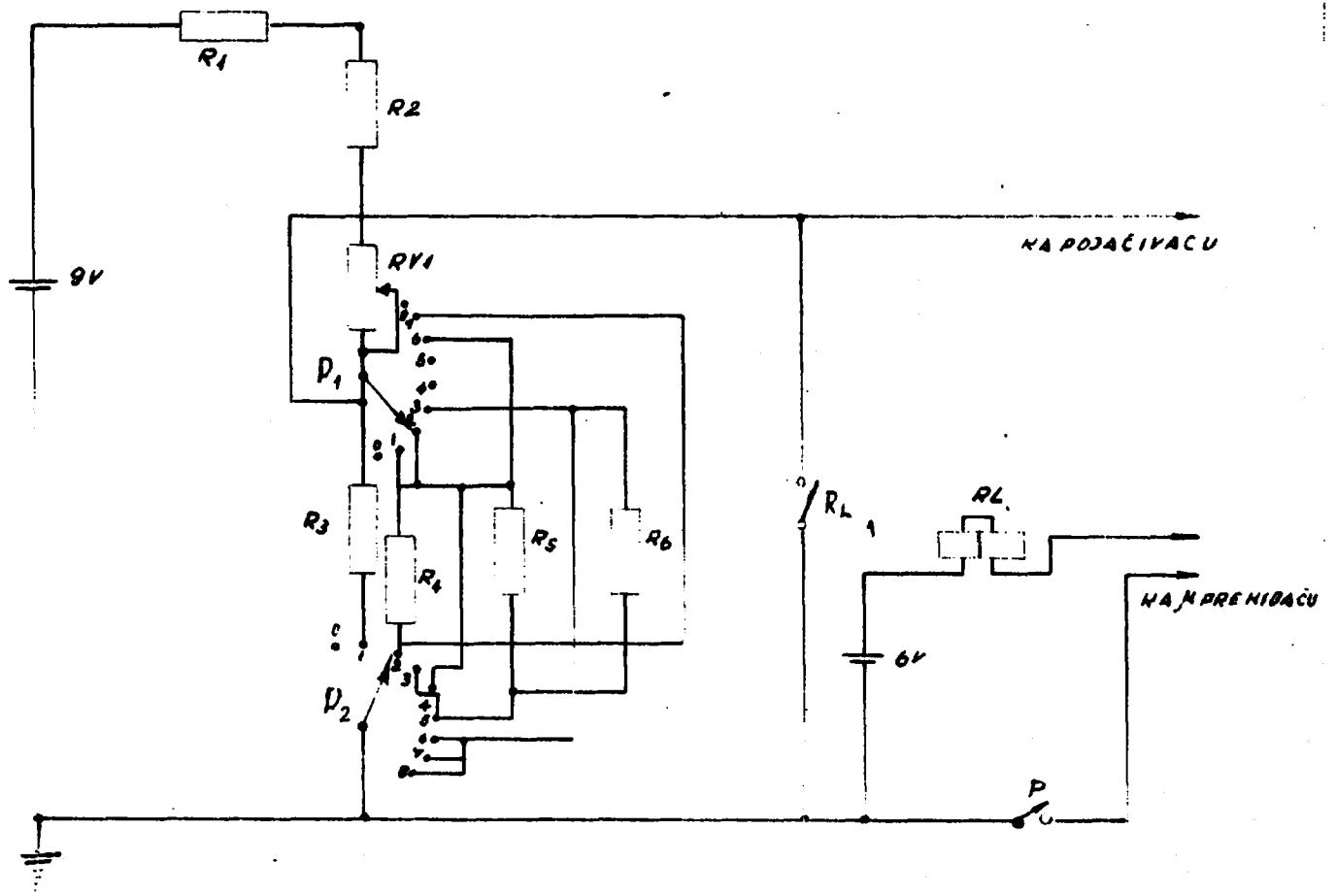
FFO or CH_2Cl_2

ca. 3

1.3, 2.1, 3.7, 4.7, 7.2, 7.7 ppm
20 sec. scale $\times 10$



Временски динамични командини зони
ФОРМУЛСИОН МОДУЛАЦИЯ СА. 7



$R_1 = 1\text{M}\Omega$

$R_2 = 1\text{k}\Omega$

$R_3 = 100\text{k}\Omega$

$R_4 = 1.2\text{k}\Omega$

$R_5 = 3\text{M}\Omega$

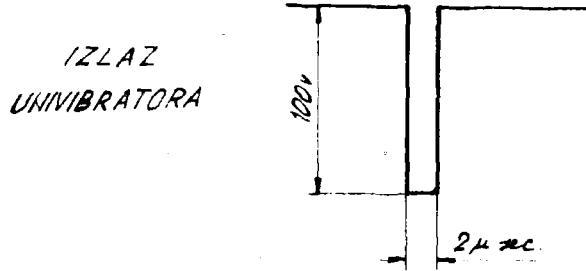
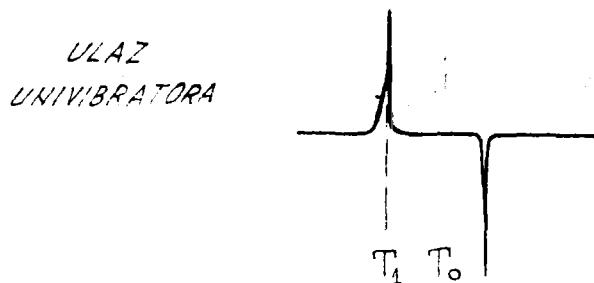
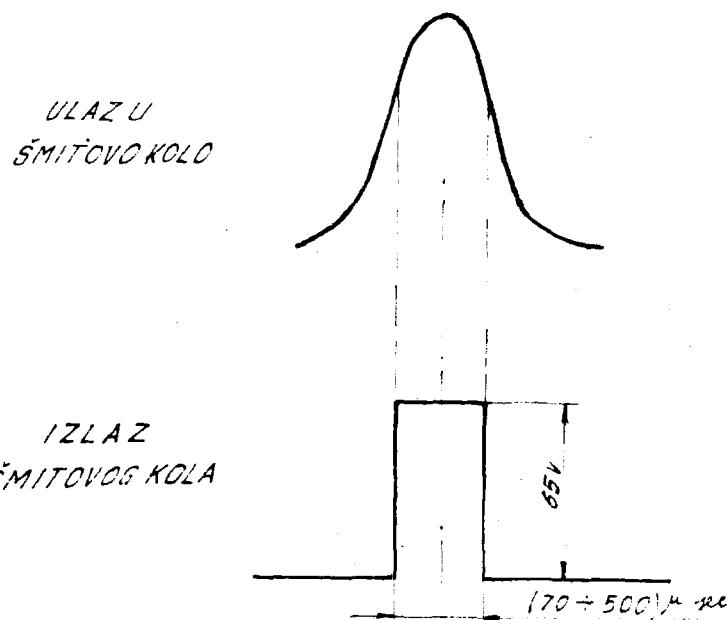
$R_6 = 100\text{k}\Omega$

$R_{V1} = 45\text{k}\Omega$

$R_L = 3\text{M}\Omega$

7. výkonový výkon 100 mW

Opětovná výplň výkonového výkonu



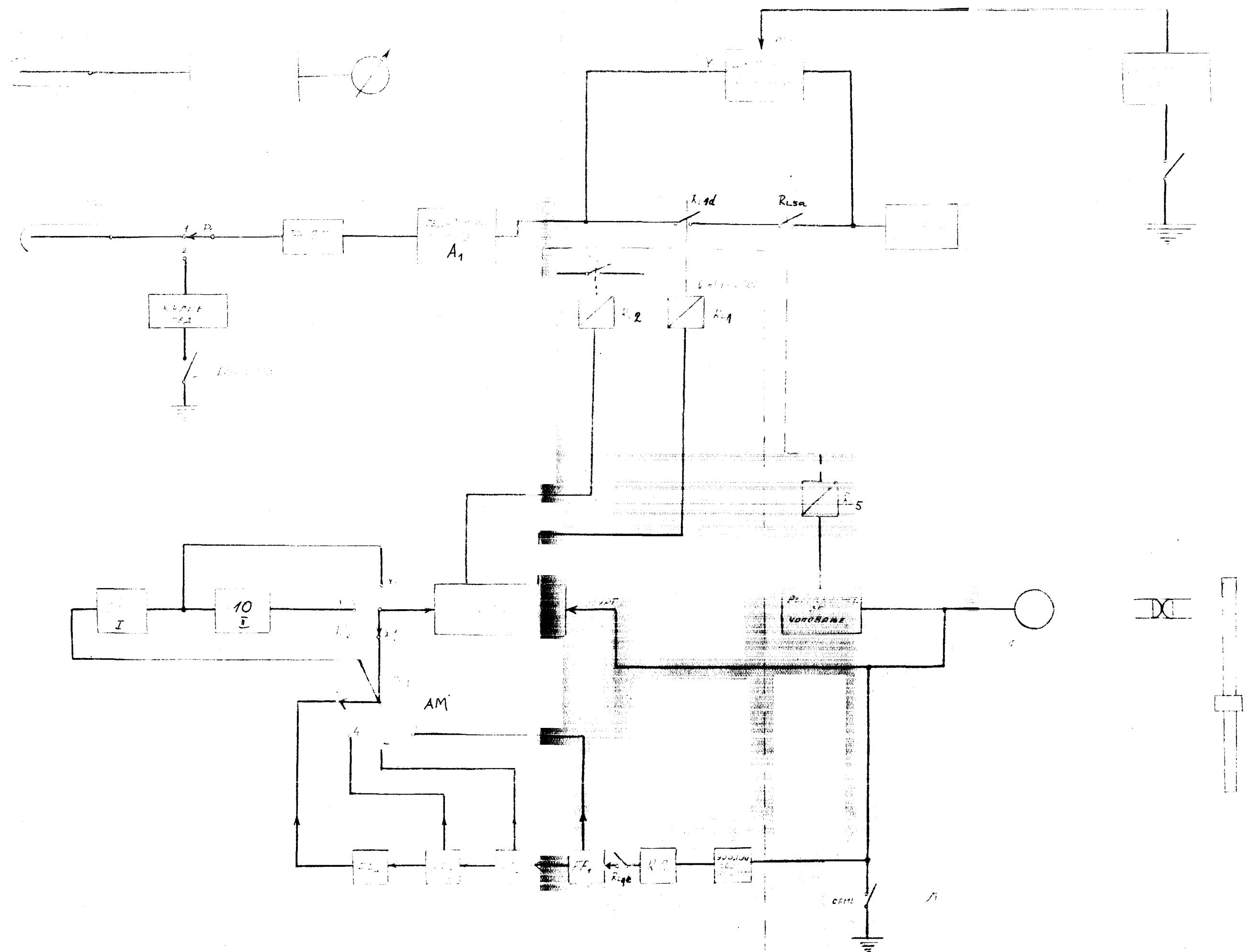
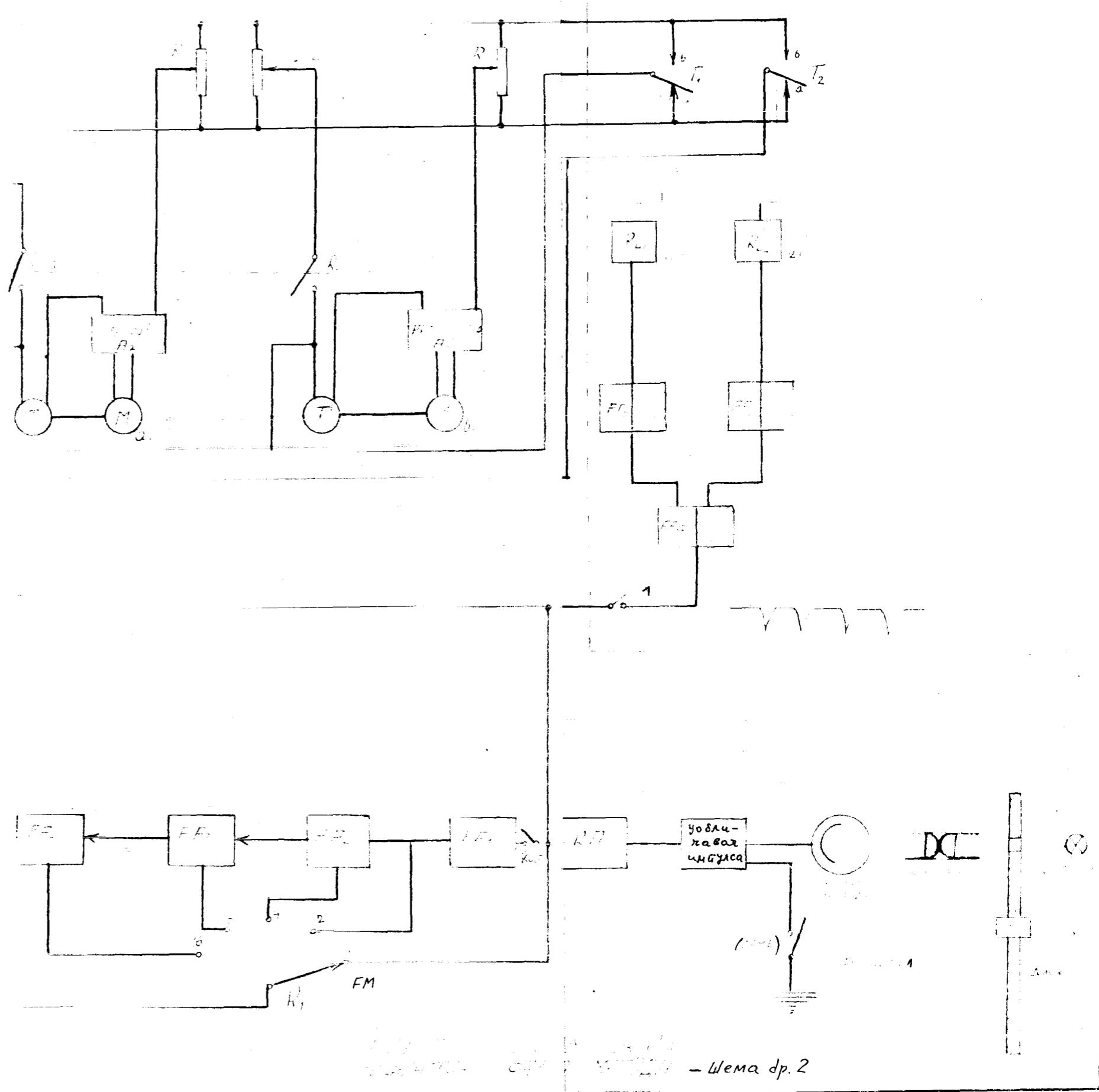
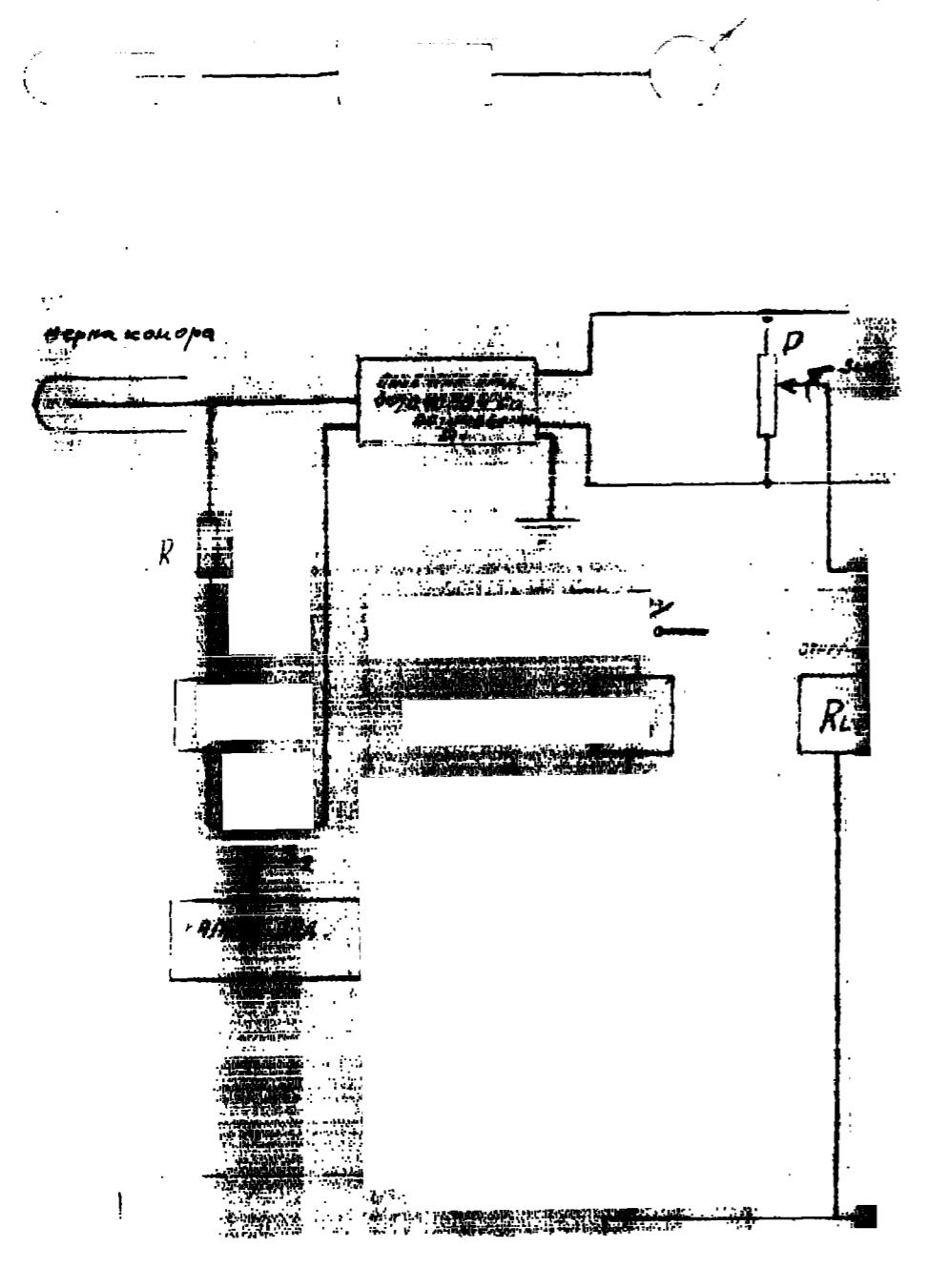
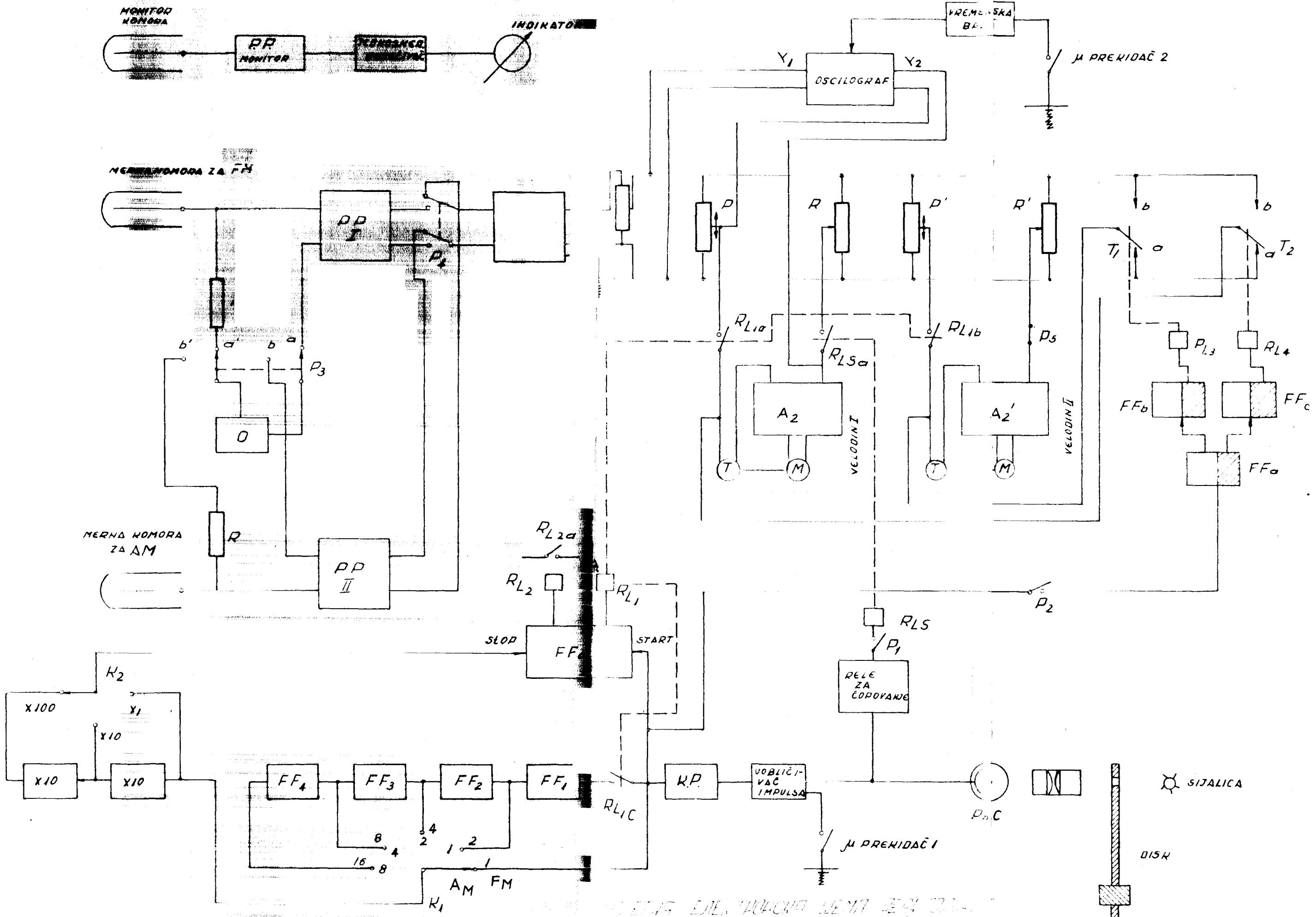


Схема № 1

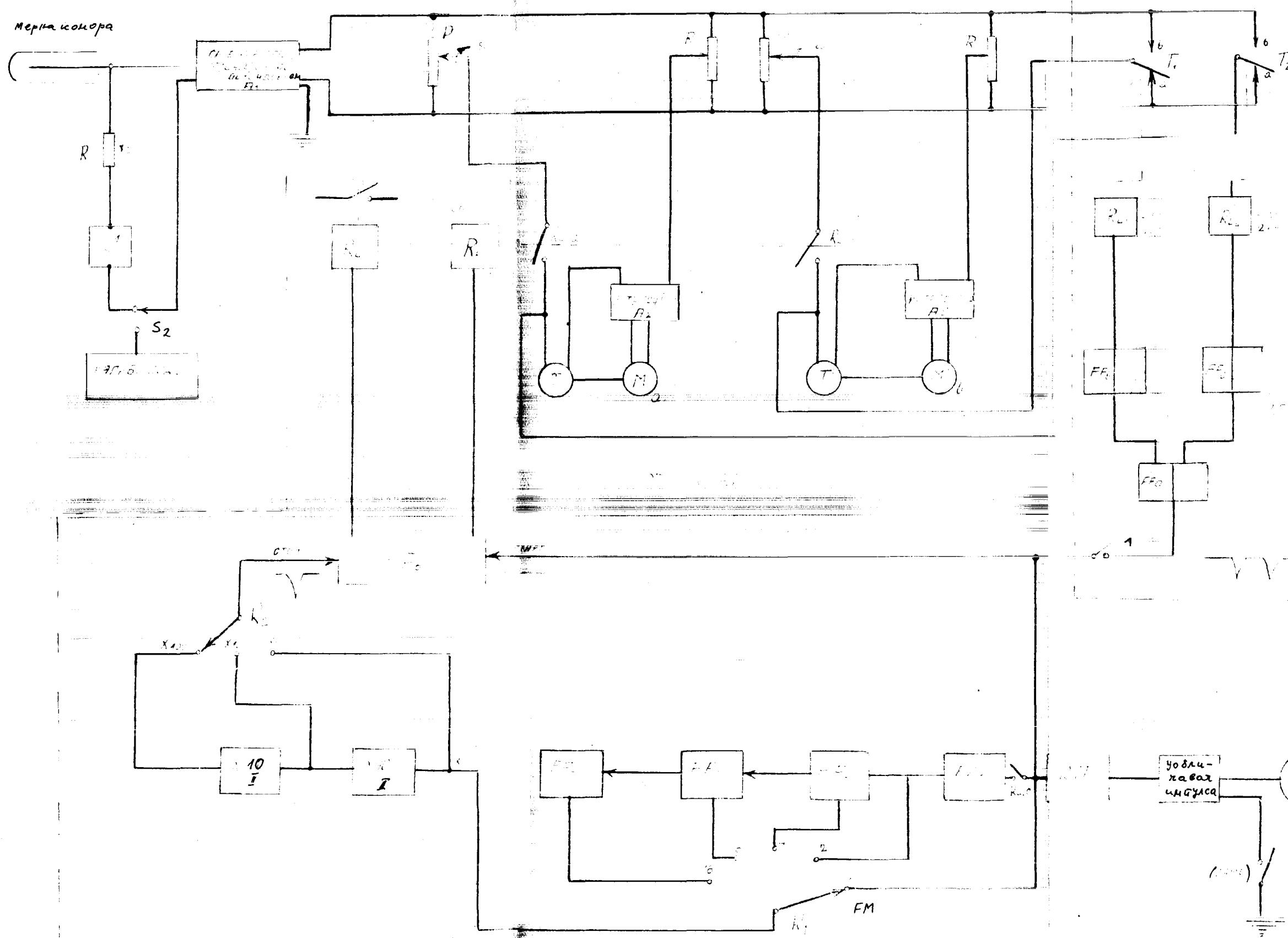


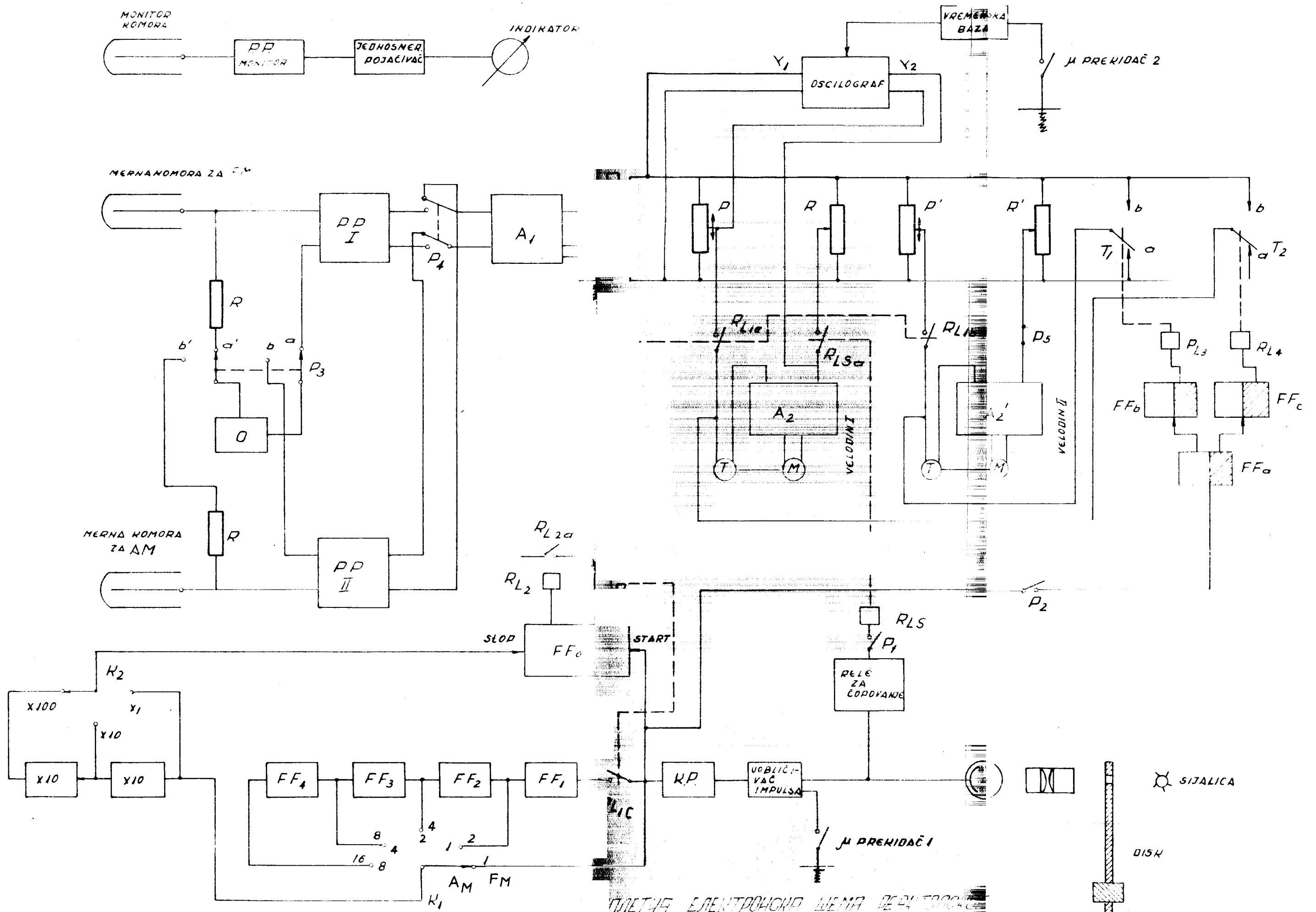


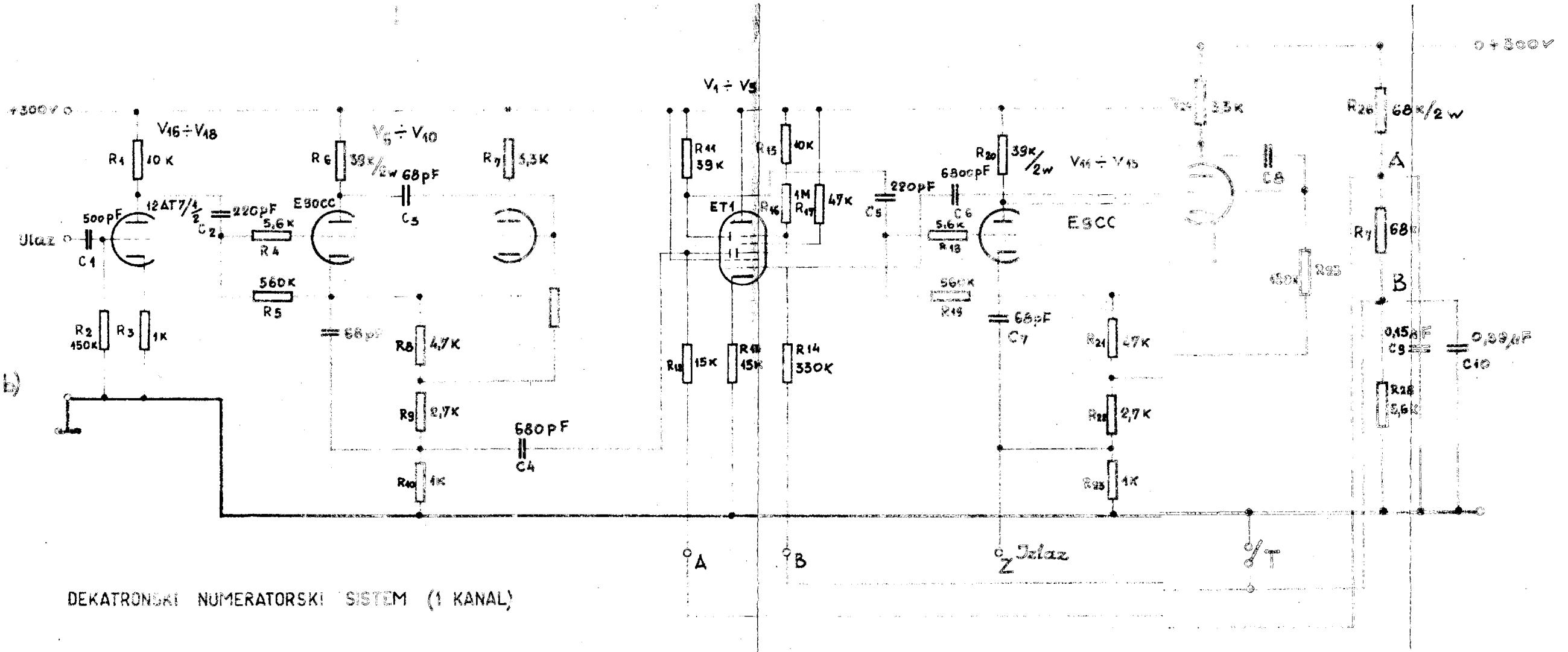
1974. 06. 14.
ZAVOD ZA RAD S PLODOVIMA
ZAGREB
WEMA 523



Схема включения магнитного пускателя

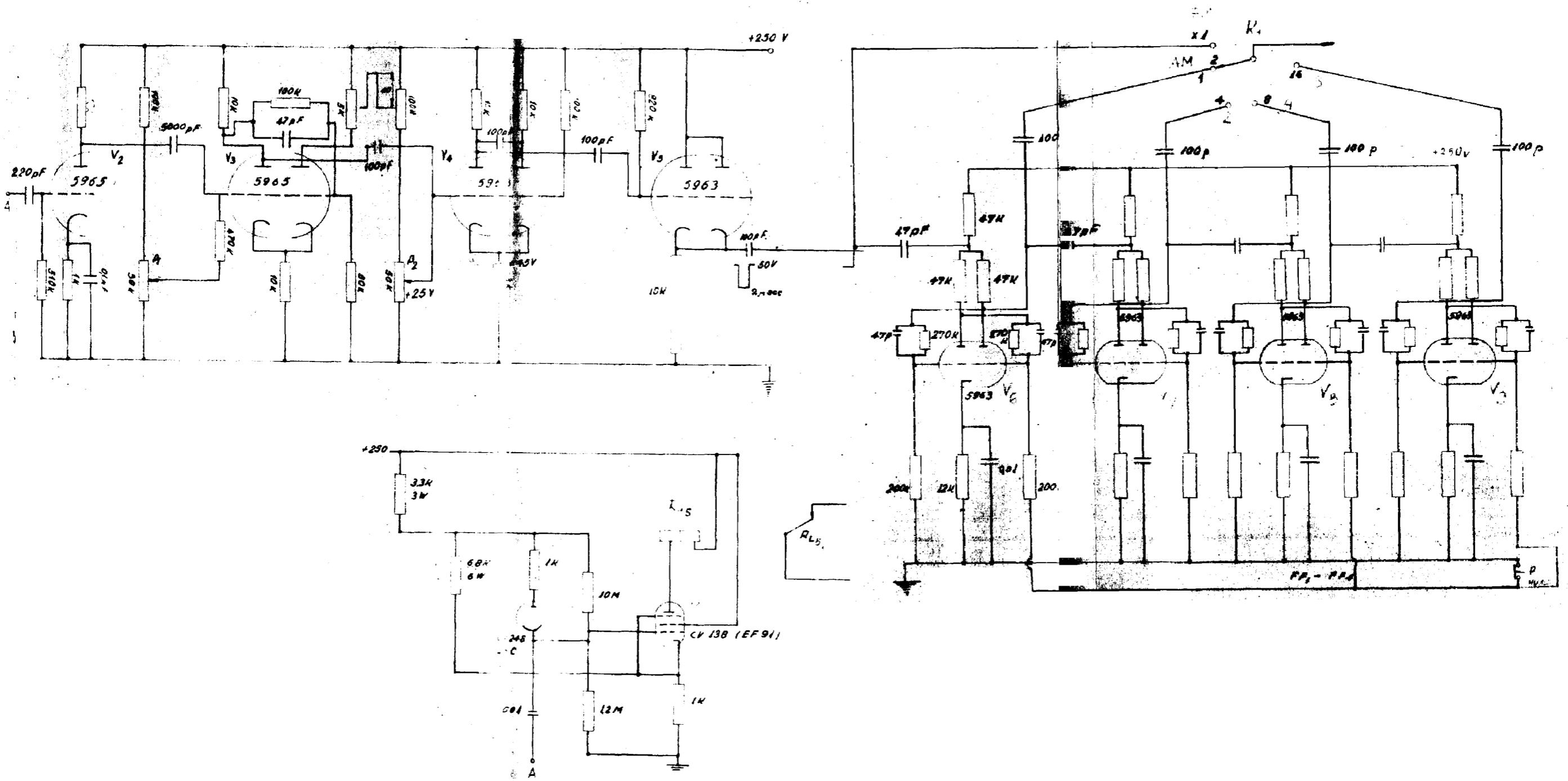






DEKATRONSKI NUMERATORSKI SISTEM (1 KANAL)

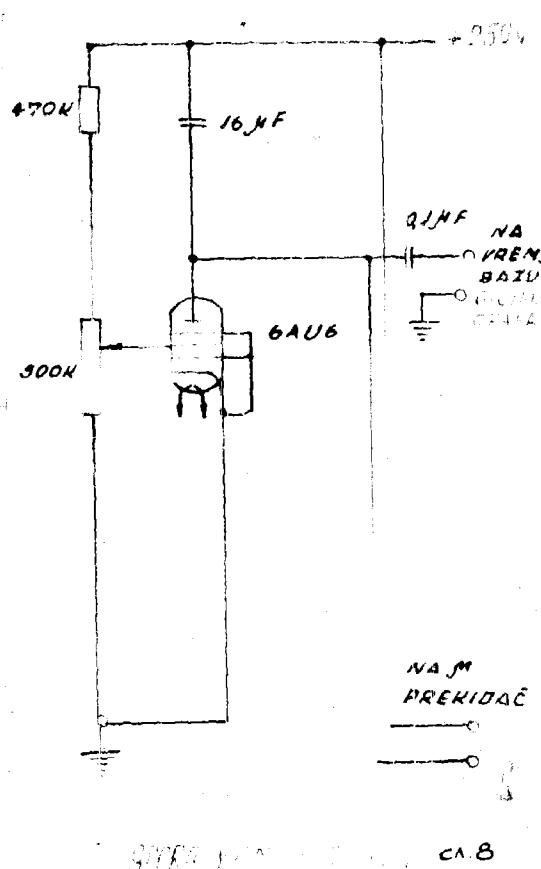
Wema op. 5



БОЕМЕ НЕЧНО ХОРО

TEST KOLEO VREMENSKA BAZA (sl.8)

Kolo spore vremenске baze jeaste boot strip tip sa pentodom 6AU6. Baza se startuje mikroprekidačem u trenutku kada se usorak nalazi u krajnjoj donjoj ili gornjoj poziciji kanala za oscilovanje. Amplitudu vremenске baze moguće je podešavati potencijometrom P_1 . Izlaz vremenске baze vodi se na katodni osciloskop "Tektronix". Položaj preklopnika za sweep na "Tektroniku" - external. Ovaj je osciloskop sa dva izlaza i njime se mogu snimiti i jednosmerni signali - to znači i vrlo spore promene koje potiču od rada oscilatora.



TEST KOLEO ZA AM(sl.10)

Po uključivanju prekidača P_1 , mikro prekidačem se uključuje rele R_{L6} koje uključuje svoj kontakt R_{L61} te se na izlazu test kola dobijaju četvrtasti impulsi koji se vode na ulaz pojačavača A_1 . Promena amplitude impulsa vrši se preklopcima P_1 i P_2 .

TEST KOLEO ZA FM(sl.9)

Potencijometar P_1 se okreće mehaničkim sistemom. Na izlazu ovog kola dobija se najmanji napon koji je u fazi sa kretnjem usorka.

Najpre se vrši badarenje u cilju eliminisanja jednosmerne komponente superponirane na test signal potencijometa P_1 , kao i korektno regulisanje nule potencijometa P_1 i P_2 . Krajnji ugao rotacije integratora posle celog broja perioda treba da je nula kod svih ispitivanja.

Kalibracija potencijometara P i P' vrši se priključivanjem sinusoidalnog test signala na mostovsku šemu. Faza test signala uobičajena integratorima treba da je mala. To znači da jedan od integratora treba da se obrne za nulu ugao posle celeg broja perioda.

Ustupanje u fazu koje unosi pojačavač A_1 vrši se na isti način kao prethodna kalibracija, s tim što se izlazni signal test kola dovodi na ulaz pojačavača A_1 .

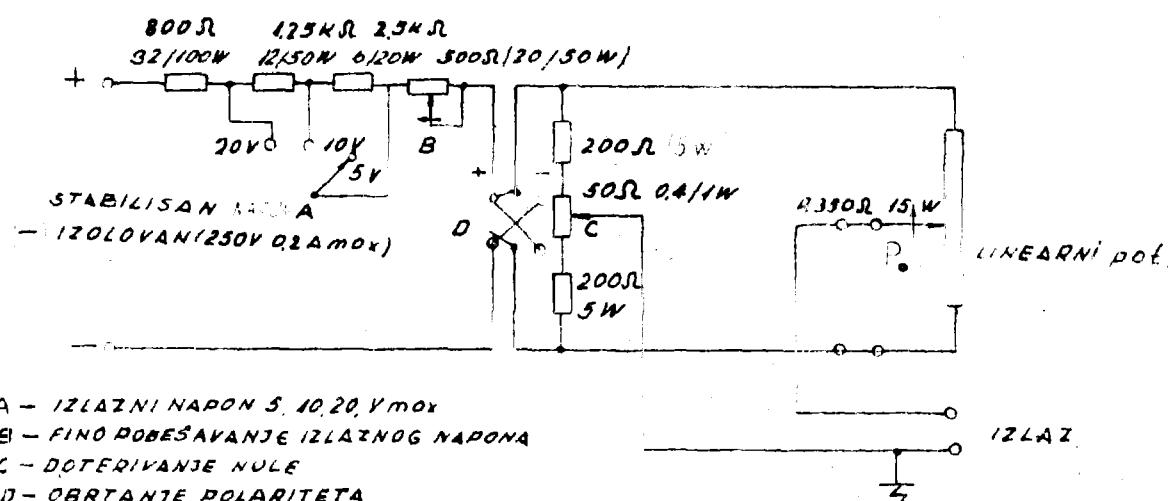


Foto celije i rela za čopovanje (čema br. 4)

VREMENSKO KOLO

a. Foto celija i rela za čopovanje (čema br. 4)

Pošto se disk za modulaciju svetlosnog mlaza obrće između foto celije i svetlosnog izvora, to foto celija provodi struju u vremenskom intervalu kada je osvetljena. Provodeći struju foto celija kratko spaja otpor od 10Ω te se poveća potencijal prve rešetke cevi V_1 koja je dotle bila blokirana. Sada provodi struju i cev V_1 . Čime se aktivira i rela R_{15} za čopovanje. Istovremeno je kroz foto celiju spregnut na kolektor za uobličenje impulsa radi odbrojavanja broja oscilacija u skaleru.

b. Kolo za uobličenje impulsa (čema br. 4)

Da bi se omogućilo normalno prebacivanje binarnih skakalica neophodno je uobličiti impuls foto celije. Cev V_2

vrši pojačanje impulsa fotoćelije.Cev V_3 radi kao emitovo kolo na čijem se izlazu dobijaju pravougaoni impulsi čija je širina zavisna od brzine obrtanja diska i nivoa diskriminacije.Ovim se impulsima pobudjuje univibrator (cev V_4).Izlazni impuls univibratora je negativan,amplituda oko 100V a širine 2μsec.Ovi se impulsi vode na katodni pojačavač V_5 gde je amplituda izlaznog impulsa oko 60V.Ovaj sistem je već razrađen u ovoj laboratoriji za startni impulse čopera.Na sl.11 dati su oblici impulsa fotoćelije,emitovog kola i univibratora.

c.Skaler (šema br.5)

Izlazni impulsi cevi V_5 vode se na binarni skaler saставljem od četiri binara FF_1-FF_4 .Izlazni impulsi binara (V_6-V_9) vode se preko preklopnika K_1 na ulaz dekatronskog kola sklerasa dve dekade radi usnošavanja broja oscilacija sa 10 i 100.Jedna dekada dekatronskog kola data je na Šemi br.5.Ovo dekatronsko kolo je razvijeno u ovom institutu.

Preklopnikom K_1 bira se broj oscilacija posebno za AM a posebno za FM.Ovo je radi toga što se diskom za FM dobija jedan svetlosni impuls za jednu punu oscilaciju,dok se diskom za AM dobijaju dva svetlosna impulsa za jednu punu oscilaciju pa je potrebno da se broj koji odgovara broju oscilacija za FM podeli sa dva da bi se dobio broj oscilacija za AM.

d.dvostabilno kolo FF_0 i komanda relima R_{L1} i R_{L2}

(šema br. 6)

Dvostabilno kolo FF_0 je sa dva ulaza.Upočetnom stanju provodi drugaxpolovim cevi V_1 .Cim naide startni impuls stanje provođenja se promeni te provodi prva polovina cevi V_1 .Ovim postaje provodna i cev V_2 tako ~~da rela RL1 privlači svoju~~ ^{vreme uverenja} postaje provodna i cev V_2 postaje neprovodna.

Rele R_{L1} otpušta svoju kotvu.Završna ivica stop impulsa pobuduje cev V_3 koja za kratko vreme provodi struju.Na ovaj način rele R_{L2} privlači svoju kotvu i dalje se drži svojim kontaktima R_{L21} .Rele R_{L2} ,takođe,šalje signal za kraj merenja(isključuje mernu aparaturu da bi se pročitali rezultati).Taster R_2 omogućuje da se rele R_{L2} deenergizuje,te je moguće izvršiti novo merenje.

KOMANDA ČETVRTASTE MODULACIJE (Sema br.7)

(Binarna kola FF_a , FF_b , FF_c i komanda relacija R_{L3} i R_{L4})

Impulsi foto čelije koji potiču od svetlosti prekidane diskom sa četiri otvora, posle uobličenja dovode se na ulaz ovog komandnog kola.Binar FF_a prebacuje stanje provodenja kod svakog ulaznog impulsa,dok binari FF_b i FF_c pri svakom drugom.Izlazi (anode) binara FF_a vode se na binare FF_b i FF_c (FF_b je spregnut sa anodom prve polovine cevi V_1 koja u početnom stanju ne provodi), tako da cev V_2 prebacuje stanje provodenja kod svakog $(2n+1)$ -og impulsa (gde je n broj impulsa), dok cev V_3 , s obzirom da je vezana na anodu V_1 koja u početnom stanju provodi, prebacuje stanje provodenja kod svakog $2n$ -teg impulsa (vidi dijagram na sl.7).

Relaci R_{L3} i R_{L4} vezana su u anodna kola bimara FF_b i FF_c čije polovine u početnom stanju provode.Na ovaj način će i relaci R_{L3} i R_{L4} da privlače svoje kotve T_1 i T_2 kod svakog $(2n+1)$ i $2n$ -teg impulsa respektivno.

ZAKLJUČAK

Izvršenje zadatka "Elektronski deo reaktorskog oscilatora" deli se u dva dela. Prvi deo je vezan za nabavku dela uređaja iz Francuske (Saclay). Ovo se odnosi na merni elektronski kanal. Pre konačne odluke o nabavci ovog dela aparature neophodno je da se prethodno upozna najnovija aparaturna koja se koristi u Saclay-u. Poslednji podaci o elektronskoj aparaturi reaktorskog oscilatora u Saclay-u jesu od 1955 god. Adaptacija mernog kanala za rad sa AM ili FM naknadno bi se izvršila, što je u principu nešto moguće. Na ovaj način bi se izbegao rad sa dve merne aparature, a podešavanje radnih uslova za AM odnosno FM vršilo bi se posebno na aparaturi.

Dруги део, који се односи на командни електронски део ректорског осцилатора, могуће је остварити у нашем институту. За овај део су дате принципијалне електричне схеме као и спецификација материјала. У овај део се укључује један нискозапонски стабилизатор типа KN10 као и скалер типа SK .

III. SPECIFIKACIJA MATERIJALA

a. Merna aparatura

1. Monitor kanal: koristiće se postojeća aparatura za održavanje snage reaktora.
2. Oscilograf - "TEKTRONIKS" - postoji u ovoj laboratoriji
3. Deo mernih aparatura koji treba nabaviti iz Francuske:
 - a. Neutronска комора CCP1N10 kom. 2
 - b. Linearni jednosmerni predpojačavač PPLin kom. 2
 - c. Kompenzacione kolo za doterivanje napona opozicije kom. 1
 - d. Jednosmerni linearni pojačavač tipa A₁ kom. 1
 - e. Most sa otporima P, R i P' R' " 2
 - f. Integrator (velodin) " 2
 - g. Test kolo za FM " 1

b. Spina vremenska baza

1. Elektronska cev 6AU6 Philips kom. 1
2. Kondenzator 16 μF " 1
3. " 0,1 μF " 1
4. Otpornik 470kΩ, 1/2W " 1
5. Potenciometar 500MΩ " 1

c. Test kolo za AM

1. Rele R_{L6} - Simens Trls 151y, Tksf71e sa podnožjem Tb6500/3 kom. 1
2. Otpornik 100kΩ žičani " 1
3. " LKΩ " " 1

4.Otpornik 100Ω žičani	kom.	2
5. " 300Ω "	"	2
6.Potenciometar 10KΩžičani	"	1
7.Baterija 1,5V	"	10
8.Preklopnik sa 10 položaja	"	2
9.Frekidač jednopolni	"	1

d. Vremensko kolo

a. Foto delija i rele za čopovanje

1.Elektronska cev EF91 Philips	kom.	1
2.Foto čelija 3554 "	"	1
3.Rele R _{L5} polarizovano sa podnožjem:Siemens Trls 63a,TB 3302/53		
Tgri pl 40T100	kom.	1
4.Optički sistem-kondenzor-Getaldus	"	2
5.Kondenzator 0,01μF	"	1
6.otpornik: 1KΩ2W	"	1
1KΩ1W	"	1
3,3KΩ3W	"	1
6,8KΩ6W	"	1
10MΩ	"	1
1,2MΩ	"	1
7.Podnožje minijaturno	"	2
8.Auto sijalica sa podnožjem 12V		
35/70W	"	1

b.Kolo za uobičenje impulsa

1.Elektronika cerv	5965	RCA	kom.	2
2. " "	"	5963	RCA	" 2
3.Podnožje noval			"	4
4.Potencijometar	50KΩ	2W	"	2
5.Kondenzator:0,1	μ	F	"	1
	2200	pF	"	1

6.Kondenzator: 5000pF	kom. 1
100pF	" 4
47pF	" 1
7.Otpornik : 500KΩ1/2W	" 1
1KΩ2W	" 1
3KΩ2W	" 1
100KΩ2W	" 6
100KΩ1WW	" 4
870KΩ1W	" 1
470KΩ1/2W	" 1
50KΩ1/2W	" 1
5KΩ2W	" 1

c.Skaler (FF₁-FF₄)

1.Elektronska cev 5963	RCA	kom. 4
2.Podnožje noval		" 4
3.Taster za anuliranje		" 1
4.Preklopnik sa 5 položaja-		" 1
5.Kondenzator: 0,01 μF		" 4
47pF		" 12
100pF		" 4
6.Otpornik: 12KΩ2W		" 4
200KΩ1/2W		" 8
270KΩ1/2W		" 8
47KΩ2W		" 12

d.Dekatronski sistem

1.Skaler SK	Institut B. K.
Vinča	kom. 1

e.Kolo FF_o i komanda releima R_{L1} i R_{L2}

1.Elektronska cev:5963	RCA	kom. 1
EF91	Philips	" 2
2.Podnožje:oval minijaturno		" 1 " 2
3.Glim lampa domaća		" 3
4.Diode OA85 Philips		" 2
5.Rele sa podnožjem R _{L1} i R _{L2} Simens Trls 15ly,Tksf7le,TB6500/3		" 2
6.Taster		" 2
7.Kondenzator 0,02 μF 0,05 μF 100pF 22pF 0,01μF		" 1 " 1 " 2 " 2 " 1
8.Otpornik: 12KΩ2W 100KΩ1/2W 56KΩ1/2W 500KΩ1/2W 2MΩ 250KΩ1/2W 200KΩ1W 50KΩ2W 1MΩ		" 3 " 4 " 2 " 3 " 1 " 1 " 2 " 1 " 1

f.Komandno kolo četvrtaste modulacije

1."lektronska cev 5963	RCA	kom. 3
2.Podnožje oval		" 3
3.Dioda OA85 Philips		" 6
4.Glim lampa domaća		" 2
5.Polarizovano rele R _{L3} i R _{L4} sa podnožjem-Simens Trls 63a,TB 3302/53		
		,Tgrl pl 40T100 kom.2

6.Taster	kom. 1
7.Kondenzator: 0,01 μ F	" 3
100pF	" 3
47pF	" 6
8.Otpornik: 12K Ω 2W	" 9
56K Ω 1/2W	" 6
100K Ω 1/2W	" 9
250K Ω 1/2W	" 2
75K Ω 2W	" 2

g.Napajanje**1.Niskonaponski stabilizator NN10 kom. 1****h.Prikљučci**

1.Amphenol:10 polni	kom. 4
5 polni	" 4
2.Jednopolni prekidači	" 3
3.Dvopolni prekidači	" 2

1. Proizvođač (u koliko nije drugačije navedeno)

- 1.Kondenzatori IEV ili "Avala"
 2.Otpornici "Resista"
 3.Potenciometri Amphenol
 4.Prekllopnići "
 5.Prekidači "
 6.Pednožja "
 7.Tasteri domaći
 8.Ćelije baterija Francuska

Litterature

- 1.Pottier-Un analyseur harmonique analogique-Onde Electrique 1955 p.847-866
2. Raievski-Etude du transport des neutrons par la methode de modulation-Rapport C.E.A. N° 1095 Saclay
- 3.Ertaud,Raievski,Breton-Methode l'oscillation dans la pile appliquée à la comparaison d'échantillon de graphite-Le journal de physique et le radium 1951,12.8,p.784-788.
- 4.Breton-le control des materiaux par la methode d'oscillation sur à la pile de chatillon-Conf.Int. Pacificques A/conf.8/P/356 France 17.VI.1955.
- 5.Carré,Vidal-Comparaison de la capture de deux échantillons de graphite par la méthode d'oscillation de phase-Service des expériences critiques FAR SEC/F-60/25.
- 6.Small and Spurway-Oscillator apparatus for the measurement of thermal neutron absorption cross-section in B&E.P.O.-AN A.E.R.E. Report RP/R1439 Harwell 1954
- 7.Hoover-Measurement of neutron absorption cross section with a pile oscillator-Physical Review 74,8, 864-870,1948 Oak Ridge
- 8.Langsdorf-The thermal neutron reactor as an instrument for measuring neutron cross sections-AECD 3194.I.VIII.1953 Argonne,Illinois
- 9.Joly-L'Electrométrie dans les techniques nucléaires L'Onde Electrique III.1961
- 10.Clully-D.C. Amplifiers for computers-Control,IX.1960 p.111-114
- 11.Highnbotham and Rankowitz-A combined current Indicator and Integrator-Rev. Sci. Inst. 22,688-691 IX.1951



CS06RA762

LABORATORIJA ZA REAKTORSKU FIZIKU

BR.ZADATKA SKRIP

03-401/47

P R O J E K T

REAKATORSKE OG OSCILATORNE

TEORIJSKA RAZMATRANJA

PROBLEMATIKA RADNA

IZBOR JONIZACIONA KONKURE

1961

Benešević M. Nešočan
dipl. fiz. Velimir Marković

TEORIJSKA RAZMATRANJA KRAKTORSKOG OSCILATORA

AMPLITUDES MODULACIJE I

FAZNOG UGLE

I. U V O D

Postavljanjem apsorbera u reaktor menja se reaktivnost reaktora proporcionalno totalnom preseku apsorbera. Ova pojava se prvo koristila kod metode koeficijenta opasnosti, pri čemu se meri apsorpcioni presek uzorka, a promena reaktivnosti se kompenzuje kontrolnim šipkama reaktora. Zbog svoje svojstvene fluktuacije neutronskog fluksa reaktora, ova metoda zahteva uzorce sa velikim dimenzijama kako bi se greske pri izvodjenju eksperimente smanjile. Iz tog razloga ova metoda je neupotrebljiva za merenje preseka apsorpcije retkih supstanci, npr. separiranja izotopa.

Snogos osetljivije i tečnija metoda je metoda reaktorskog oscilatora, koja bazira na perturbaciji funkcijonisanja reaktora pri periodičnom kretanju uzorka od nižeg fluksa ka višem i obrnuto. Pri tome i reaktivnost reaktora podleže oscilacijama oko kritične vrednosti, a što se odražava i u promeni neutronskog fluksa. Kako je amplituda oscilovanja fluksa сразмерna apsorpciji uzorka, to se ovom metodom može vršiti komparacija nepoznatog apsorbera sa apsorberom poznatog apsorpcionog preseka. Kad ove metode se služajne fluktuacije neutronskog fluksa zanemaruju zbog dovoljnog broja izvedenih ciklusa oscilovanja.

Danas se koristi još jedna oscilatorna metoda - u Francuskoj - koja bazira na merenju faznog ugla rezultujućeg signala, koji se sastoji od lokalnog i ukupnog signala rasеjanja i apsorpcije. Kao što dešo videti fazi ugao je mera za apsorpciju datog uzorka.

2. METODA KOEFICIJENATA OPASNOSTI

Predpostavimo nereflektujući, homogeni i uniformni reaktor koji je kritičan, smatrajući da je ekstrapolirana dužina reaktora nezavisna od energije tako da se gustoća neutrона svih energija svedi na nulu na toj dužini. U takvom reaktoru postavljen je apsorber čiji je presek apsorpcije $\sigma_a(r,t)$ po cm^3 , na mestu r i vremenu t . Predpostavljamo takođe da unošenje apsorbera ne menja presek rasjajanja reaktora. Kako je reaktor bio kritičan pre unošenja apsorbera, isti se opet može dovesti na kritičnost povećavajući konstantu mnoštvenog množenja k na k' ($k < k'$). Tada će nestacionarna jednačina reaktora izražena preko gustoće biti,

$$D \Delta u - [\sigma_p + \sigma_a(r,t)]u + \frac{k'}{\beta} (1-\beta) \sigma_p \int_{\infty} n(r',t) P(|r-r'|) dr' + \\ + \sum_j \int_{\infty} \frac{c_j(r',t)}{\tau_j} P_j(|r-r'|) dr' = \frac{1}{\rho} \frac{\partial u}{\partial t} \quad (12)$$

$$\left(\frac{k'}{\beta} \right) \beta_j \sigma_p u - \left(c_j / \tau_j \right) = \frac{\partial c_j}{\partial t} \quad (13)$$

gde je

D - difuzionni koeficijent termalnih neutrona

$n(r',t)$ - fluka termalnih neutrona u poziciji r' i vremenu t

σ_p - termalni apsorpcioni presek reaktora po cm^3

β - verovatnoća rezonantnog izbegavanja

β_j - deo zakašnjenih neutrona sa srednjim životom τ_j ; $\beta = \sum_j \beta_j$

$c_j(r',t)$ - gustoća fisionih fragmenata u r' u vremenu t , koji će dati zakašnjele neutrone sa srednjim životom

$P(|r-r'|)$ - je funkcija od trenutno usporenih neutrona na r'

$P_j(|r-r'|)$ - je funkcija od dela zakašnjenih usporenih neutrona na r' .

Iz ovih jednačina i jednačine reaktora u stacionarnom stanju, bez usorka u reaktoru /1/ dobija se srednja promena konstante množenja

$$\delta k = k' - k = \frac{\rho}{\bar{P}_{av}(k_0^2)} \cdot \frac{S_a}{G_p} \cdot \eta \quad (2)$$

gde je

$$\bar{P}_{av}(k_0^2) = (1-\beta) \bar{P}(k_0^2) + \sum_j \beta_j \bar{P}_j(k_0^2)$$

Furijerova transformacija funkcija trenutnih i zaključenih naporenih neutrona; k_0^2 je konstanta i зависи од dimenzije reaktora.

S_a - je proizvod srednjeg preseka apsorpcije po vremenu i cm^3 usorka i njegove zapremlje

η - je srednja "statistička težina" reaktorskog dela koji je okupiran usorkom.

Jednačina (2) govori da je srednja promena konstante množenja uzrokovana vremenskom varijacijom usorka, proizvod iz srednjeg poprečnog preseka i srednje statističke težine usorka.

Ova činjenica je korakada za određivanje nepoznatih poprečnih preseka usorka, metodom kompenzacije δk koja se postiže pomjeranjem kontrolnih šipki reaktora. Ovo kompenzuje kretanje šipki tada je srednja apsorpcija usorka, a koja se može proceniti na osnovu nekog standardnog materijala npr. bor.

3. METODA REAKTORSKOG OSCILATORA - AMPLITUDSKA MODULACIJA

3.1. Opšti tretman

Modifikacija metode koeficijenta opasnosti ili statistička metoda ima dinamički karakter i sastoji se u periodičnom oscilovanju uzorka u reaktorskom fluktu. Pri tome se posmatra periodična promena snage reaktora i ravnog nivoa snage reaktora. Zato su reaktorske jednačine linearne, te će amplituda promene snage reaktora biti сразмерna apsorpcionom poprečnom preseku apsorbera. Na taj način može se poređiti nepoznati neutronski apsorber sa poznatim, mereni amplitudu periodične promene snage reaktora odnosno trv. reaktorskog signala za svaki slučaj posebno; pri tome je važno da uzoreci osciluju pod istim uslovima unutar reaktora.

Pored smanjenja reaktivnosti reaktora smanjuje se i neutronski fluks u neposrednoj blizini uzorka koji se unosi u reaktor. Ova lokalna depresija neutrona se „kreće“ sa uzorkom, pa se i signal iz neutronске komore - koja je u neposrednoj blizini uzorka - menja sa frekvencijom oscilujućeg uzorka. Amplituda lokalnog signala je takođe сразмерna poprečnom apsorpcionom preseku uzorka, pa je ovo drugi način za komparaciju dva neutronskih apsorbera odnosno za određivanjem preseka apsorpcije nepoznatog uzorka.

Od interesa je sada videti analitički oblik reaktorskog signala.

Predpostavimo da osciluje apsorber u reaktorskem flaku koji ima zapreminu V_a i prosečnu apsorpciju $\bar{\sigma}_a$, sa frekvencijom $\omega/2\pi$ i amplitudom $|e|$ u pravcu \mathbf{e} oko centra oscilovanja r_0 . Uzimajući u obzir da je $|e|$ malo u odnosu na bilo koju dimenziju reaktora, signal ima opšti oblik

$$n(r,t) = \bar{n}(r) + g(r) \cdot e^{i\omega t}$$

koji se sastoji od osnovnog dela $\bar{n}(r)$ i oscilujućeg dela flukta $g(r) \cdot e^{i\omega t}$. Rešenjem nestacionarne jednačine reaktora

(1^a), dobija se vrednost za $y(r)$, koja kada se pomnoži sa $e^{i\omega t}$ daje oscilujući deo signala u centru oscilovanja apsorbera r_0 , siji apsorpcioni presek osciluje sa amplitudom S_a .

Tada krajnji oblik jednačine (3) /1/,
 $n(r,t) = \bar{n}(r) + S_a/G_p (\sigma \cdot \nu) n_o(r_0) \times$

$$\times \sum_v \frac{Z_v(r_0) Z_v(v)}{\frac{k}{p} \left\{ (1-\beta) \bar{P}(K_v^2) + \sum_j \frac{\beta_j}{1+i\omega \tilde{\tau}_j} \bar{P}_j(K_v^2) \right\} - L^2 K_v^2 - 1 - i\omega \tilde{\tau}} e^{i\omega t} \quad (4)$$

gdje je $Z_v(r_0)$ - funkcija v -tog harmonika u r_0 , koja teži nuli na extrapolisanoj dužini reaktora.

$L = (D G_p)^{1/2}$ - difuziona dužina termalnih neutrona

$\tilde{\tau} = 1/v G_p$ - vreme života u funkciji zahvata termalnog neutrona u reaktoru.

Jednačina (4) sadrži samo formalno rešenje a posebne slučajeva treba rešavati.

Vidi se da karakter signala zavisi od rednog reda snage reaktora, apsorpcionog preseka uzorka, pozicije oscilovanja, amplitude oscilovanja i frekvencije oscilovanja.

3.2. Uticaj frekvence oscilovanja uzorka na izbor metode merenja

Kao što se vidi iz jednačine (4) frekvence oscilovanja utiče na karakter signala. Ovdje ćemo razlikovati dva slučaja: za spore oscilacije i za brze oscilacije.

3.2.1. Slučaj sporog oscilovanja - metoda promene snage reaktora

Ako apsorber lagano osciluje tada imamo za jednačinu (4)

$$n(r,t) \approx \bar{n}(r) + S_a/G_p (\sigma \cdot \nu) n_o(r_0) \times \\ \times \sum_v \frac{Z_v(r_0) Z_v(v)}{\frac{k}{p} \bar{P}_{av}(K_v^2) - L^2 K_v^2 - 1 - i\omega \left[\tilde{\tau} + \sum_j \beta_j \tilde{\tau}_j \bar{P}_j(K_v^2) \right]} e^{i\omega t} \quad (5)$$

Kako je reaktor kritičan

$$\frac{k}{\rho} \bar{P}_{AV}(K_v^2) - L^2 K_v^2 - 1 = 0 \quad (6)$$

to sledi da je odnos osovnog prema V -tom harmoniku u nizu (5)

$$\frac{Z_0(K_0)Z_0(r)}{Z_0(K_0)Z_V(r)} \left[\frac{\frac{k}{\rho} \bar{P}_{AV}(K_v^2) - L^2 K_v^2 - 1 - i\omega [\tilde{\tau} + \sum_j \beta_j \tilde{\tau}_j \bar{P}_j(K_v^2)]}{-i\omega [\tilde{\tau} + \sum_j \beta_j \tilde{\tau}_j \bar{P}_j(K_0^2)]} \right] \quad (7)$$

Vidi se da ovaj odnos postaje neodređen kada $\omega \rightarrow 0$ tj. osojni dominira, kada oscilacije postaju sporije. Drugim rečima, ako je oscilovanje sorka s jaro snage reaktora - kao celine - menjaju se, pa će neutronski fluke u bilo kojoj tački biti u fazi sa bilo kojom drugom tačkom u reaktoru.

3.2.2. Slučaj brzog oscilovanja - metode lokalne deprivacije neutrona.

Ako se vredi brzo oscilovanje sorka, iz jednačine (4) sledi da niz nekonvergira tako izrazito, da u prethodnom slučaju, odnosno da osojni harmonik nije više tako predominantan. Razlog ovome je što ostali harmonici imaju različite faze, pa će se faza oscilovanja neutronskog intenziteta menjati od tačke do tačke.

U blizini apsorbera, intenzitet će biti u fazi sa kretanjem apsorbera, jer će lokalna deprivacija neutrona - izazvana apsorberom - biti glavni rezlog fluktuacije intenziteta. Ispred od apsorbera, neutronski intenzitet će prestići kao amortizujući talas koji se reflektuje od granice reflektora. Ovi "neutronski telasi" se ponašaju analogno topotnim mračima u konduktivnoj sredini, u kojoj je postavljen topotni izvor čija jačina periodično varira.

Može se pokazati da je telasna dulina amortisujućeg talasa kratka pri visokoj frekvenci i velika pri niskoj frekvenci, a što se objašnjava perturbacijom koja ima istu fazu u svakoj tački reaktora pri niskoj frekvenci i promenljivu

fazu pri visokoj frekvenci.

3.3. Određivanje pozicija oscilovanja uzorka i uslova fluksa za lokaciju komore

3.3.1 Slučaj lokalne depresije fluksa neutrona

Lokalna depresija neutrona oko uzorka zavisi od apsorpcije uzorka i kao što je već rečeno ova pojava se koristi za poređenje apsorpcije. Impuls ionizacione komore je posledica apsorbovanih neutrona od uzorka u njegovoj neposrednoj okolini. Međutim, pokazalo se, da ako oscilujemo uzorak grafita, čija je apsorpcija zamensarljiva u odnisu na rasejanje, opet se pojavljuje signal. Kako je oscilator instrument koji je pogodan za merenje poprečnih preseka apsorpcije, to se kao problem nameće izdvajanje signala apsorpcije i rasejanja.

Razlikujemo dva načina odvajanja signala a što zavisi od tipa upotrebljene ionizacione komore: koaksijalna ionizaciona komora, gde uzorak osciluje duž osi komore i cilindrična komora u koj slučaju uzorak osciluje pored komore.

3.3.1.1. Odvajanje signala sa upotrebljenom koaksijalnom ionizacionom komorom se postiže obično oscilovanjem uzorka grafita i kadmijuma pojedinačno, oko raznih centara oscilacija duž osi komore. Pri tome se traži najbolji uslov odnosa signala koji potiče od apsorpcije i rasejanja pojedinačno, približno kao što je dato na slici 1, pozicija 2. Vidi se da je tada signal rasejanja suprotnog znaka, ima brži porast i maksimum postiže za kraće vreme nego signal apsorpcije. Ova pojava potiče od onih neutrona koji su rasejani od uzorka i detektovani ionizacionom komorom, a koji nebi bili detektovani da neka uzorka; oni bi prošli kroz centralnu šupljinu komore.

Na tej način vrši se izvor centra oscilovanja odnosno vremenskih intervala u kome je efekat rasjenja minimalan. Pri tome se integrira onaj deo cikla gde je signal rasjenja menja znak, a gde je signal apsorpcije najveći. Piskiranje ovog vremenskog intervala postiće se memorijskom - optičkim uređajem tзв. rotirajućim prekidacem.

3.3.1.2. Kod cilindričnog tipa ionizacione komore, efekat rasjenja bi bio izbegnut, kada bi istu postavili u neutronski flukus koji ima istu vrednost u svakoj tački, a na distanci od nekoliko slobodnih putova neutrona.

Kako ovačke pozicije nema u reaktoru, tada će ionizaciona komora stavlja u domen gde flukus ima gradijente ili u平行nom ili u normalnom pravcu na pravac oscilovanja ukorku. Ako je uzorak čist rasjivač, ovaj će izazvati perturbacija neutronskog gustine u njegovoј neposrednoj blizini tako da ako je komora u nižem flukusu u odnosu na uzorak, signal rasjenja će biti manji nego kada nemamo uzorak. U drugom pak slučaju efekat je suprotn, Udavda sledi da ako bi komoru obložili rasjivačem, tada bi u prvoj aproksimaciji bio zanemarljiv signal rasjenja.

Međutim, u praksi se često koristi oblikovanje oscilatora rasjivaren u onom pravcu gde postoji gradijent flukusa, tako da isti ne osciluje nikad "prazen". Ovo se zvodi na gore pomenuti efekat.

#

Metoda reaktorskog oscilatora bazira na komparacionim elektrima koji se dobijaju najmanjim oscilovanjem dvaču absorbera u termalnom flukusu. Standard, sa kojim se poređi nepoznati uzorak, mora imati tečno poznati poprečni presek. U tom slučaju obično se koristi zlato - kao standard u čvrstom stanju ili bor - kao standard u obliku rastvora čiji su preseci dobro poznati i koji podleđu zakenu l/v u termalnoj oblasti.

Ako nepoznati uzorak ima istu $1/v$ zavisnost, tada poređenjem sa standardom daje jednoznačnu vrednost za nepoznati apsorpcioni presek. U suprotnom, metoda poređenja daje neki srednji presek za dati energetski spektar neutrona.

Iz tog razloga, od posebnog značaja je dobiti energetski spektar na mestu komore, a što se postiže aktivacionom metodom. Za materijal se bira element koji podleže zakonu $1/v$ i meri se aktivacijom sa i bez kadmijuma. Na taj način određuje se Cd odnos, koji je mera za termalizaciju neutrona i energetski spektar neutrona na mestu komore.

3.3.2. Blaćaj promene snage reaktora

Eliminacija efekta rasejanja odnoseno izbor pozicije uzorka u reaktoru je daleko lakši no u prethodnom slučaju. Ovo se svedi na to da se odredi takva pozicija u reaktoru u kojoj grafit - kao čist rasejivač - ne izaziva nikakav reaktorski efekat. Ova pozicija gotovo je saglašena sa tačkom maksimalnog flukta u reaktoru, a koja se određuje iz raspodele flukta aktivacionom metodom.

Za analizu reaktorskog flukta takođe je od interesa odrediti Cd odnos, pri čemu se za materijal uzima jedan od standarda.

4. METODA REAKTORSKOG OSCILATORA BAZIRANA NA MERENJU FAZNOG UGLEA

4.1. Uvod

Ova metoda je naročito razvijena u Francuskoj i bazira na merenju faznog ugla rezultujućeg signala koji se dobija iz ionizacione komore. Rezultujući signal se sastoji od signala dobijenog od lokalne depresije fluksa u neposrednoj okolini uzorka, tзв. lokalnog signala i od periodične promene snage reaktora, tзв. globalnog signala. Svaki od ovih signala ima komponente efekta apsorpcije i efekta rasjajanja. Kako se vidi, ova metoda koristi i lokalni i globalni signal, na suprot prethodnoj, koja koristi jedan odnoseano drugi signal za svoja merenja.

Prednost metode faznog ugla u odnosu na metodu koja meri promenu snage reaktora pripisuje se mogućnosti određivanja apsorbacionih presaka uzorska komparacije, iako su efekti rasjajanja mnogo jači od efekta apsorpcije. Ovo je od posebnog interesa za određivanje nečistoća kod grafita, pri čemu se dati uzorak upoređuje sa uzorkom etalona. Na taj način je automatski eliminisan efekat rasjajanja koji je u prethodnoj metodi morao da se izvrši. Metoda je vrlo precizna a gromadno nije potrebno da osciluje velika količina uzorka. Takođe nije važno na kojoj se snazi reaktora eksperiment vrši, a metoda je dovoljno brza, jer je frekvencija oscilovanja 4 - 5 sek.

S druge strane elektronski uređaj za metodu faznog ugla je znatno složeniji pa i skuplji od prethodne.

4.2. Analiza lokalnog signala

Kretanje uzorka u reaktoru nastaje perturbacijom raspodjele neutrona u njegovoј okolini. Ako je ionizaciona kozora postavljena u blizini oscilujućeg uzorka, detektovate ovu perturbaciju neutrona, koja je funkcija od apsorpcionog preseka uzorka G_a , poprečnog preseka raspršenja uzorka G_s , amplitude oscilovanja $|e|$ i centra oscilovanja r_0 . Lokalni signal je obično u fazи sa meleničkim kretanjem uzorka ($\alpha \neq 0$), a u opštem slučaju ima oblik

$$l = n_0 l_g e^{j(\omega t + \alpha)} \quad (8)$$

gdje je n_0 - gustoća neutrona u datoj tački

$$l_g = N \cdot l_0$$

N - broj atoma u uzorku

l_0 - je funkcija od G_a , $|e|$ i r_0

$$\omega = 2\pi/T ; T = \text{period oscilovanja}$$

Analiza promene l_g u funkciji r_0 i $|e|$ vrši se brzinom oscilacija tako da se globalni signal može zaneuriti u odnosu na lokalnu.

4.3. Analiza globalnog signala

Ako je ionizaciona kozora postavljena dovoljno daleko od oscilujućeg uzorka reaktor će manjati snagu koja će se odraziti na procenu gustoće:

$$dn = n_0 A \Delta K_g e^{j(\omega t + \gamma)} \quad (9)$$

gdje je

Δn - procena gustoće neutrona u tački r

ΔK_g - funkcija od preseka apsorpcije i raspršenja i broja atoma N u uzorku

$$\Delta K_g = N \cdot \Delta K_0$$

λ - koeficijenat pojašnjenja reaktora koji se definije kao

$$\lambda = \left[\omega^2 \left(r + \sum_i \frac{\beta_i \bar{\tau}_i}{1 + \omega^2 \bar{\tau}_i^2} \right)^2 + \omega^4 \left(\sum_i \frac{\beta_i \bar{\tau}_i^2}{1 + \omega^2 \bar{\tau}_i^2} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (10)$$

β_i - deo mukarnih neutrona sa srednjim životom

φ - fazni ugao globalnog signala u odnosu na mehaničko kretanje uzorka

$$\varphi = \arctg \frac{\sum_i \frac{\beta_i \bar{\tau}_i}{1 + \omega^2 \bar{\tau}_i^2}}{\omega \sum_i \frac{\beta_i \bar{\tau}_i^2}{1 + \omega^2 \bar{\tau}_i^2}} \quad (11)$$

gde je $\bar{\tau}$ - vreme života neutrona u reaktoru.

Vidi se da ugao φ ne zavisi od centra oscilovanja R_0 , ali je pokazano da se isti menja za 180° kada centar oscilovanja pređe na drugu stranu reaktora, uzimajući za reper centar reaktora.

4.4. Analiza rezultujućeg signala

Rezultujući signal dobija se postavljanjem ionizacione komore u takav položaj da detektuje i lokalni i globalni signal. Kada se signali

$$l = u_0 l_0 e^{j(\omega t + \alpha)}$$
$$i \quad du = u_0 A \Delta K_g e^{j(\omega t + \varphi)}$$

vektorski slesu dejući rezultujući signal

$$R = u_0 N e^{j(\omega t)} (A \Delta K_g e^{j\varphi} + l_0 e^{j\alpha}) \quad (12)$$

Vidi se da ovaj signal nije čisto sinusoidalan. Analogni analizator harmonika može se podešiti tako da registruje samo osnovni harmonik, dok ostali harmonici ne učestvuju pri merenju.

Rezultujući vektor se okreće frekvencom ω , a amplituda je data izrazom:

$$|R| = M_0 N [A_\Delta^2 K_0^2 + l_0^2 + 2 A_\Delta K_0 \cos(\Delta - \vartheta)]^{1/2} \quad (13)$$

Fazni ugao je dat kao:

$$\tan \Theta = \frac{A_\Delta K_0 \sin \vartheta + l_0 \sin \Delta}{A_\Delta K_0 \cos \vartheta + l_0 \cos \Delta} \quad (14)$$

Vidi se da ugao ne zavisi od broja jenografa u uzorku, a što je i eksperiment potvrdio /2/. Pri tome su uzeta dva uzorka grafita sa istim apsorpcionim poprečnim presečima, a menjana je gustina jednog u odnosu na drugi. Tablica (2) daje procenu ugla Θ u funkciji gustine jednog uzorka pri čemu su uslovi oscilovanja istih za oba uzorka.

Tako je eksperimentalno pokazano da nehomogenost koncentracije nedostade u uzorku ne utiče na fazni ugao i amplitudu signala, obzirom da je duljina uzorka mala u odnosu na duljinu kanala u kome se vrši oscilovanje. Ovo važi za nedostade koje ne prelaze ekvivalentnu količinu 10 mgm. bora u pogledu apsorpcionog poprečnog preseka.

Jednačina (14) pokazuje da ugao Θ ne zavisi od nivoma snage reaktora, a vidi se iz (13), da amplituda rezultujućeg signala zavisi od snage reaktora. Obe funkcionalnosti su proverene i date su sl. 3, gde se vidi da je amplituda linearna funkcija od snage reaktora. Pri tome su uslovi oscilovanja isti.

Iz do sada izloženog sledi da je

$$\Theta = \Theta \left(\frac{G_a}{G_s}, |e|, \omega, V_0, F \right) \quad (15)$$

gde je F - faktor koji vodi računa o geometrijskoj dimenziji uzorka. Izraz pokazuje da za iste uslove oscilovanja ($|e|, \omega$ i V_0) i iste dimenzije uzorka F može se direktno komparacijom odrediti apsorpcioni poprečni presek, mereći ugao Θ .

PROBLEMATIKA RADA METODIK REAKTORSKOG OSCILATORA

1.6 KORIJENJE EPIKARHOG POPREČNOG PRESEKA I REZONANTNOG INTEGRALA KONTRAKTIVCIJONIH MATERIJALA

Nuklearne ispitivanje materijala ima za cilj određivanja karakteristika materijala koji se koriste za konstrukciju reaktora. Tako se danas za merenje efikasnih preseka materijala najčešće koristi metoda reaktorskog oscilatora na bazi periodične promene reaktora. Metoda zasniva na poređenju promene snage reaktora kada osciluje ispitivani uzorak, u odnosu na uzorak istog materijala ili na uzorku čiji je efikasni presek dobro poznat.

Znači, najpre se načini kalibraciona kriva standarda. Pri tome mora biti poznat efikasni presek standarda, njegova energetska zavisnost kao i raspodela fluksa na mestu gde uzorak osciluje.

Obično se za standard uzima element koji podleže $1/v$ zakonu. Ako poprečni presek uzorka kojim ispitujemo podleže takođe $1/v$ zakonu, tada se efikasni presek direktno nalazi iz kalibracione krive merodi periodičnu promenu snage reaktora. U tom slučaju spektar neutrona u reaktoru nije od važnosti. Ako pak poprečni presek odstupa od $1/v$ zakona, tada se efikasni poprečni presek moramo uvesti korekcije koje vode računa o spektru reaktora na mestu oscilovanja.

Ako u reaktoru imamo spektar dobro usporenih neutrona, tada je poznato da se isti sastoji od dve komponente: od raspodele epitermalnog dE/E fluksa koji ima donju cut-off granicu i od Maxwell-ove raspodele na $T^0 K$. Tada imamo da je efikasni presek sastavljen iz komponenata.

$$\bar{\Sigma} = \bar{G}_0 (g + r_S)$$

gde je \bar{G}_0 - poprečni presek za neutroni 2.200 m^{-1}

g - je funkcija od temperature u Maxwell-ovom spektru

i definiše se kao

$$g = \frac{\bar{G}_m}{\bar{G}_0}$$

gde je \hat{G}_{m} efikasni presek za čisto Maxwell-ovski spektar neutrona.

r - je funkcija od temperature neutrona u epitermalnom spektru i date je

$$S = \frac{1}{G_0} \left(\frac{4T}{\pi T_0} \right)^{1/2} \hat{\Sigma}' \quad (2)$$

pri čemu je

$$\hat{\Sigma}' = \int_0^{\infty} \left[\bar{G}(v) - \frac{\hat{G}_{\text{m}} v_0}{v} \right] \frac{\Delta}{E} dE \quad (3)$$

rezonantni integral. Δ je funkcija donje cut-off granice epitermalnog spektra.

r - je tzv. epitermalni spektralni indeks koji predstavlja relativnu jačinu epitermalne $d\sigma/dE$ komponente.

Uzimajući u obzir jednačine (1), (2) i (3) dobijamo eksplicitnu relaciju za efikasni poprečni presek

$$\hat{G} = g G_0 + \left(\frac{4T}{\pi T_0} \right)^{1/2} r \int_0^{\infty} \left[\bar{G}(v) - \frac{\hat{G}_{\text{m}} v_0}{v} \right] \frac{\Delta}{E} dE \quad (4)$$

Ako poprečni presek materijala podleže $1/v$ zakonu, može se pokazati [3] da je $g=1$, a $G_0=0$, za termalnu oblast spektra do Cd cut-off, pa je $\hat{G} = \hat{G}_{\text{m}}$, ono što je rečeno na početku.

Za takve materijale znači nije teško izmeriti \hat{G} . Što sledi, da iz jednačine (4) možemo lako doći do vrednosti rezonantnog integrala.

2. MERENJE KARAKTERISTIKA FIBILNIH MATERIJALA

Efikasni presek apsorpcije i veličina η - broj dobijenih neutrona po apsorbovanom termalnom neutronu pri fizijsi - su veličine koje karakterišu fizički uzorak.

Merenje efikasnih preseka apsorpcije opisano je ranije a ovde je od interesa spomenuti merenje η .

Merenjem reaktorskog apsorpcionog preseka reaktorskim oscilatrom, može se odrediti η :

$$G_p = \int G_a(E_{th}) (1 - g \eta_{th}) \left[CR_f (CR_v - 1) / CR_v (CR_f - 1) \right] \quad (1)$$

pri čemu je G_p razloženo u dve komponente: kojoj odgovara termalna raspodela flukta i kojoj odgovara epitermalna raspodela na datom mestu reaktora. U tom smislu, potrebno je poznavati Cd odnos fisionog materijala za fizijsku, CR_f , kao i odstupanje istog od Cd odnosa za apsorber koji podleže zakonu $1/v$, CR_v .

Ovo odstupanje dato je faktorom f .

U jednačini (1):

η_{th} - je veličina data sa energiju neutrona 0,0253 eV

$G_a(E_{th})$ - je apsorpcioni presek za 0,0253 eV, a

g - je tzv. težinski faktor odnosno verovatnoća izbegavanja fisionih neutrona iz reaktora.

Faktor g je pak određen starošću fisionih neutrona do termalne energetske oblasti, \tilde{T} , i boklincem B^2 koji je izračunat iz geometrije reaktora i reflektorske uštade:

$$g = e^{-B^2 \tilde{T}}$$

3. MERENJE KALIBRACIJA UZORKA GRAFTA

Kao što je ranije rečeno za ove merenje pogodna je metoda merenja faznog ugla. Postupak merenja se sastoji u sledećem:

Najpre se odredi kalibraciona kriva koja se dobija na taj način što prvo osciluje uzorak standarda, a zatim nuklearno uzorci sa dodatom sve većom i većom količinom bora. Pri tome se meri fazi ugao Θ i dobija se kriva faznog ugla Θ rezultujućeg signala u funkciji dodate mjerljive količine bora u uzorku, odnosno preseka apsorpcije.

Da bi se dobila efikasnost u radu pri određivanju kalibracione krive uzimaju se sledeći uslovi u obzir:

- Uzorci moraju imati tačno iste geometrijske dimenzije (za tačnoću oko 0,2 mm za visinu i širinu, a dužina uzorka može da varira i do 1 cm.)
- Veličine r_0 , $|e|$ i T su konstante za ova merenja
- pojava sazapsorpcije je nezametena
- flukti se uzima da je predominantno termičan
- gustina uzorka je konstantna
- temperatura moderatora i gorivnih elemenata mora da bude konstantna kako bi se izbeglo lagano menjanje snage.
- iako su rekli da ugao Θ ne zavisi od snage funkcionišanja reaktora, telli se da će postignuti dobra stabilnost, reda 10^{-3} .

Na osnova dobijene kalibracione krive može se održati nestandardni nekog uzorka grafta, koji je izrađena u mjerljivim količinama bora, mereći fazi ugao rezultujućeg signala sa taj uzorak.

Ukoliko su gore navedeni uslovi ispunjeni tada se vidi da je metoda vrlo efikasna pri čemu određivanje preseka apsorpcije grafita je data sa tačnošću do 0,03mb.

IBBOR TIPO JURISDICCIONE KONGRE

Kao što se vidi, postoje dve metode korišćenja reaktorskog oscilatora, što povlači za sobom i različitu opremu za detekciju. Тако, kod prve metode - amplitudenske modulacije - koristi se jedna ionizaciona komora koja će detektovati bilo ukupne promene funkcionišanja reaktora bilo lokalnu depresiju fluksa. U drugom slučaju kod merenja faznog ugla upotrebljavaju se dve ionizacione komore koje detektuju obe gore navedene pojave.

Pošto projekat reaktorskog oscilatora obuhvata obe varijante, to je potrebno predvideti dve ionizacione komore.

U prvom poglavljiju, kod eliminacije efekta rasjemanja, bilo je reći o ionizacionim komorama dva tipa: koaksijalna i cilindrična. Kako varijanta reaktorskog oscilatora sa merenjem faznog ugla isključuje upotrebu koaksijalne ionizacione komore to usvajamo tip cilindrične komore koja će se koristiti za obe varijante.

Dužim razmatranjem raznih tipova cilindričnih ionizacionih komora došlo se do zaključka da je najbolja i najkorisnija upotreba kompenzacione ionizacione komore, francuskog tipa, CCP 1 N 10 sa sledećim karakteristikama:

- zapremina 0, 55 l
- obogaćenje sa B^{10} 88%
- debljina sloja 1 mgr/cm^2
- efikasna površina 75cm^2
- punjenje, argon $\sim 1 \text{ atm.}$
- osetljivost na neutrone $2 \times 10^{-14} \text{ amp/n/cm}^2/\text{sec.}$
- koeficijent kompenzacije oko 200
- radni napon od $\pm 125 \text{ V}$ do $\pm 300 \text{ V}$
- opseg fluksa $10-10^9 \text{n/cm}^2/\text{sec}$

- max. dozvoljena struja 10^{-5} A
- osjetljivost na δ^t bez kompenzacije $3 \times 10^{-11} A/r/h$
- dijameter 100 mm
- duljina 205 mm
- težina oko 2 kg/r.

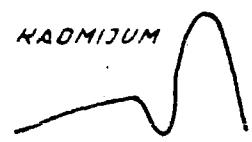
Za ovaj tip ionizacione komore opredelili smo se i iz reloga što postoji u Laboratoriji 09 te iste nije potrebno nebovljati.

LITERATURA

- /1/ A.M. Steinberg, H.C. Schleiniger, Phys. Rev. 74, 351, (1948)
- /2/ D.Brown, CRAI No. 400 (1955)
- /3/ C.P. Scott, P/702/ Canada (1958)
- /4/ J.C. Carré, R.Vidal, 330/P-60/25
- /5/ J.C. Carré, R.Vidal, 330/P-60/26
- /6/ V.S. Small, A.H. Spurway, A.E.R.E. RP/P 1839 (1954)
- /7/ J.Hoover i dr. Phys.Rev. 74, 864, (1948)
- /8/ H.Pomerance, Phys.Rev. 83, 641, (1951)
- /9/ Harris, Thomas i dr. Phys.Rev. 80, 342, (1950)
- /10/ A.Langsdorf, Phys.Rev. 74, 1209 1217, (1948)
- /11/ A.Langsdorf, AERE 3194, (1953)
- /12/ C.O.Wuchtemann, Nucl.Sci.and Eng. 5, 225, (1959)
- /13/ Anderson, Fermi, Sattenberg, Phys.Rev. 72, 16, (1947)
- /14/ P.Lawson, G.Watson, Proc. Roy. Soc. 9 (1960)
- /15/ R.Pomerance, Phys.Rev. 88, 412, (1952)
- /16/ Littlewood, Colmer, Proc.Phys.Soc. 63A, 1173, (1950)

LITERATURA

- /1/ A.M. Steinberg, R.C. Schweinler, Phys.Rev. 74, 851, (1948)
- /2/ D.Breton, CEAIS No. 400 (1955)
- /3/ C.P. Westcott, T/202/ Canada (1958)
- /4/ J.C. Carré, R.Vidal, SNC/T-60/25
- /5/ J.C. Carré, R.Vidal, SNC/T-60/26
- /6/ V.O. Small, A.H. Bpurway, A.E.R.E. RP/S 1939 (1954)
- /7/ J.Hoover i dr. Phys.Rev. 74, 864, (1948)
- /8/ R.Pomerance, Phys.Rev. 83, 641, (1951)
- /9/ Harris, Thomas i dr. Phys.Rev. 30, 342, (1950)
- /10/ A.Langsdorf, Phys.Rev. 74, 1212 1217, (1948)
- /11/ A.Langendorf, SNC 3194, (1953)
- /12/ C.O.Kuehlhaase, Nucl.Sci.and Eng. 5, 225, (1959)
- /13/ Anderson, Fermi, Wattenberg, Phys.Rev. 72, 16, (1947)
- /14/ P.Liewers, G.Nuttel, ZK 9 (1960)
- /15/ R.Pomerance, Phys.Rev. 88, 412, (1952)
- /16/ Littler, Colmar, Proc.Phys.Soc. 63A, 1175, (1950)



PERIOD INTEGRACIJE



OBLIK IMPULSA KOMORE U ZAVISNOSTI OD CENTRA OSCILACIJA



OSCILACIJE U CENTRU
KOMORE

PERIOD INTEGRACIJE



5CM OD CENTRA

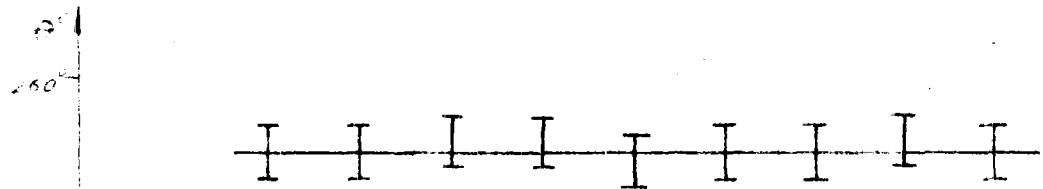


10CM OD CENTRA



15CM OD CENTRA

SLIKA 1



GUSTINA

250°

14

SLIKA 2

15

PROMENA UGLA Ø U FUNKCIJI GUSTINE GRAFITA

FAZA Ø

360

- 300

21 -

AMPLITUDA
RmV

AMPLITUDA

FAZA

- 200

14 -

200

300

500

700

900

SLIKA 1/W

SLIKA 3

PROMENA AMPLITUDE I FAZE U FUNKCIJI SNAJE



CS06RA763

Laboratorijska fizika reaktora

Ugovor broj:

03 401 / 47

REAKTORSKI OSCILATOR

5. Predlog organizacije rada na oscilatoru

Ing.Branimir Lolic
viši stručni saradnik

5. Predlog organizacije rada na oscilatoru

5.1 Lokacija

Mehanički deo reaktorskog oscilatora je smešten na drugu platformu nosačeg sistema oko reaktora i to u jugoistočni ugao. Mehanički oscilator nema direktnog dodira sa tankom i ne može da utiče na mehaničku stabilnost reaktora.

Komandni sto sa odgovarajućom elektronikom i signalizacijom nalazi se u prostoriji 23.

Elektronika obuhvata merenje promene amplitude snage reaktora merenje i obezbeđenje elektronske stabilizacije za pogonski motor i merenje faznog pomaka signala koji daje komera u odnosu na mehaničko kretanje uzorka.

5.2 Upravljanje reaktorom

Za rad sa oscilatorom nije potrebno manjati ekipu koja upravlja reaktorom niti je dopunjavati. Ekipa ostaje u sastavu:

šef sneme (inženjer ili fizičar)
operator
dosimetrista
električar
mehaničar

Poslednje dve dužnosti može da obavljaju jedan čovek.

Radno mesto ove ekipa nalazi se u komandnoj sobi reaktora gde su smešteni komandni sto i dosimetrička instrumentacija.

5.3 Ekipa za rad na oscilatoru

Komanda oscilatora i njegov merni sistem smješteni su u prostoriju 23. Ekipa ima sledeći sastav:

- glavni operator (inženjer ili fizičar)
- operator (tehničar)
- preparater uzorka (hemiski tehničar)
- kalkulant

Glavni operator i operator imaju radna mesta u prostoriji 23 dok su preparator uzorka i kalkulant smješteni u prostoriju 16.

Šef ekipa je glavni operator oscilatora i njegova je dužnost da bude u stalnom kontaktu sa šefom sneme na reaktoru i da ga izveštava o vrednostima uzorka na kojima se radi i njihovim karakteristikama, da bi se moglo predvideti odgovarajuće rukovanje reaktorom.

5.4 Sredjivanje rezultata merenja

Rezultate merenja dobija kalkulantska grupa i iz njih obrađuju se tražene rezultate i grešku u radu. Za ovo postoje srednjene tabele i formulari u koje se upisuju rezultati merenja i definitivni rezultati posle izračunavanja vrednosti koje se mere.

Svi rezultati merenja su svojina Instituta i mogu se objaviti samo po odobrenju Instituta.

5.5 Uzorci

Vrste i oblik uzoraka određuje glavni operator oscilatora po odobrenju načelnika laboratorije. Ovo se odnosi i na način rukovanja sa uzorcima pre ozraćivanja i posle ozraćivanja.

U slučaju rade sa specijalno opašnim uzorcima glavni operator oscilatora je dužan da proverava i prati redovno rad sa uzorkom.

Oprema radnog mesta za pripremu uzorka biće kasnije razmotrена i u saglasnosti sa hemičarima rešena na odgovarajući način.

Zrađeni uzorci, uoliko to rezultati dozimetarskih merenja zahtevaju, daju se na odležavanje u specijalne bočsove u halli reaktora.

5.6. Merenje atmosferskog pritiska i temperature D_2O

Da bi se ujednačili uslovi pod kojima se radi potrebno je redovno meriti temperaturu moderatora i atmosferski pritisak. Ove veličine se redovno ubeležavaju u radne formulare i obrađuju pri obradi rezultata merenja.

Merenje temperature moderatora vrši se na mestu u čiju jednu granu je ubačen otporni termometar. Tačnost merenja treba da prelazi $0,1^{\circ}C$.