

« O'zbekiston temir yo'llari» DATK
Toshkent temir yo'l muhandislari instituti

**ELEKTR TRANSPORTI ELEKTR MEXANIK TIZIMLARINI
BOSHQARISH VA AVTOMATLASHTIRISH**

5521300 –Elektr texnikasi, elektr mexanikasi, elektr texnologiyasi
(Elektr transport), 5521100 – Yer usti transport tizimlari(Elektr harakat
tarkibi) ta'lim yo'nalishlari 4-bosqich bakalavriat talabalari uchun laboratoriya
ishlarini bajarishga doir uslubiy ko'rsatmalar

Toshkent – 2013

UDK 629.423.3

Uslubiy ko'rsatma 5521300 – “Elektr texnika, elektr mexanika, elektr texnologiyasi (Elektr transporti)” 5521100 – Yer usti transport tizimlari (Elektr harakat tarkibi) ta'lim yo'nalishlari talabalari uchun “Elektr transporti elektr mexanik tizimlarini boshqarish va avtomatlashtirish” fanidan laboratoriya ishlarini bajarishlari uchun mo'ljallangan.

Tuzuvchi: D.O.Radjibaev – ass.

Taqrizchilar: N.Z.Zulkaynarov – Talgo 250 «Afrosiyob» elektropoyezdga xizmat ko'rsatish sex boshlig'i;
U.T. Berdiev – t.f.n.

1-LABORATORIYA ISHI

O'zgarmas tokdagi TEDni boshqarish sxemasini o'rganish

Ishdan maqsad: Matlab dasturida o'zgarmas tok TEDni boshqarish sxemasini o'rganish.

1. Asosiy ma'lumotlar

Ma'lumki, kollektorli TED bilan hosil qilinadigan tortish kuchi F va g'ildirak xalqachasidagi tezligi V quyidagicha ifodalanadi:

$$F = \frac{C\Phi I}{\eta_F},$$
$$V = \frac{U_d - I(r_d + r)}{C\Phi},$$
$$E = C\Phi V,$$
$$C = \frac{pN}{2\pi a} \cdot \frac{2\mu}{D_K}.$$

Bu yerda

E – TED teskari EYuK;

p – TED juft qutiblari soni;

N, a – yakor chulg'amidagi parallel juft tarmoqlar va faol o'tkazguvchilar soni;

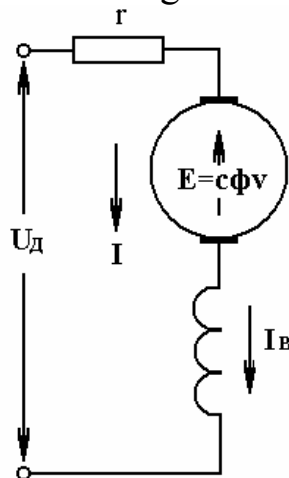
D_K, μ – g'ildirak diametri va reduktorning uzatishlar soni;

U_d, I, Φ – kuchlanish, TED toki va magnit oqimi;

r, r_d – TED zanjiridagi va uning chulg'amalaridagi qarshilik;

η_F – reduktorning foydali ish koeffitsiyent, $\eta_F=0.975$.

1-rasmda qabul qilingan shartli belgilar o'rsatilgan.



1-rasm. Ketma-ket qo'zg'atiladigan TED zanjiri.

Ketma-ket qo'zg'atiladigan TED uchun $F(I)$ va $V(I)$ bog'liqlik grafiklari 2-rasmda ko'rsatilgan, bu yerda $F_K = N_D \cdot F$.

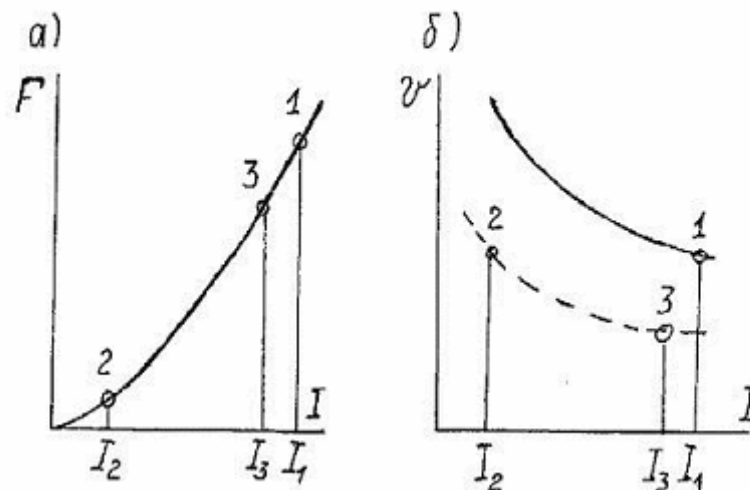
N_D - TEDlar soni;

F_K - elektrovozning tortish kuchi.

2a-rasmda ko'rsatilganidek, poyezdni tezligini o'zgartirish uchun, bir tortuvchi tasnif $F'(V)$ dan keyingisi $F''(V)$ ga o'tish zarur.

Kollektorli TEDga ega EHTni tezligini o'zgartirish uchun, uchta uslubdan foydalanish mumkin: U_D , r , Φ ni o'zgartirish.

TED kuchlanish U_D ni yoki uning zanjiridagi qarshilik r ni boshqarish paytida, TED tezligi tasnifi $V(I)$ o'zgaradi, tortish kuchning tasnifi $F(I)$ esa o'zgarmasdan qoladi; Φ magnit oqimini boshqarish paytida, $V(I)$ va $F(I)$ har ikkala tasnif ham o'zgaradi.



2-rasm Kuch va tezlik xarakteristikalar

2. Virtual laboratoriya uskunani ta'riflash

Birinchi davrda, "silliq" tashkil etuvchi bo'yicha tuzilgan elektr yuritmasi sintezi masalalarini ko'rib chiqamiz. Bu holda, boshqariladigan to'g'rilagich κ_{YB} kuchaytirish koeffitsiyenti va kichik vaqt doimiysi $T_\mu = \frac{2\pi}{m\omega}$ ga ega uzluksiz apperiodik zveno sifatida qaralishi mumkin. (3-

bobni ko'ring). Bundan tashqari chiqish qarshiligi $YB R_{ys} = \frac{m\omega}{2\pi} \cdot L_\phi + R_\phi$ yakor qarshiligiga ketma-ket ulanib, bu bilan elektromagnit vaqt doimiysini kamaytiradi va elektr mexanik vaqt doimiysini oshiradi.

$Y(B)$ chiquvchi induktivlik, dvigatel yakori bilan ketma-ket ulanib, shu bilan elektromagnit vaqt doimiysini oshiradi. Aniq holatlar uchun (YB – dvigatel) natijaviy vaqt doimiysini baholash mumkin. Tok regulyatorlarining sintezida va tezlikda 2-bobda berilgan umumiy

mulohozalardan kelib chiqamiz. Agar, $T_0 = k_{uv}T_\mu$ kichik vaqt doimiysini kompensatsiya qilinmagan deb olsak, u holda regulyator toki quyidagi uzatuvchi funksiyaga integrallari proporsional bo'lishi kerak:

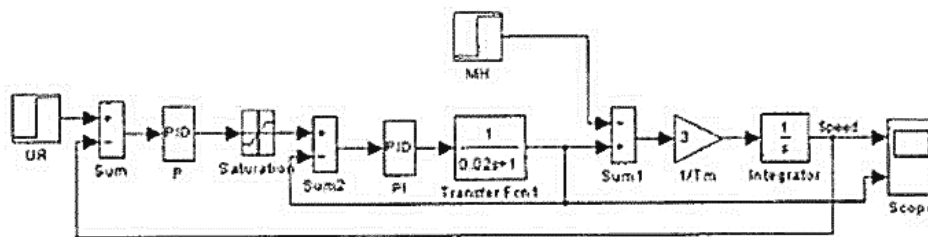
$$W_{reg}(s) = \frac{k_{uv}(T_{ya}s + 1)}{T_0s} = \frac{T_{ya}s + 1}{T_ms}$$

$$W_{raz}(s) = \frac{k_w}{(T_ms + 1)T_ms}, W_{zam}(s) = \frac{1}{\frac{T_m T_u}{k_w} s^2 + \frac{T_m}{k_w} s + 1}$$

Modul bo'yicha optimum quyidagi holda amalga oshadi:

$$k_w = \frac{T_m}{2T_u}$$

Modul bo'yicha optimumga tezlik tizimini to'g'irlash paytida, tezlik rostlagichi uzatish koeffitsiyentili zvenoga proporsional bo'lgan uzatish funksiyasiga ega bo'lishi lozim. Bunda uzatish funksiyasi ochiq hisoblanadi.



3 – rasm. Elektr keltiruvchi modul

Yuqorida qayd etilganlarni hisobga olgan holda, 3-rasmda yakor zanjiri bo'yicha YB ning "silliq" tashkil etuvchisi orqali boshqariladigan elektr yuritma modeli ko'rsatilgan. Regulyator parametrlari yuqorida qayd etilganlarga muvofiq hisoblangan:

Rasmda "kichik" o'tkinchi jarayon ko'rsatilgan, boshqarish bo'yicha elektr yurima modul bo'yicha optimumga rostlangan.

Elektr yurima statistik bo'lib, yuklash vqtida tezlikni yo'qolib qolishi kuzatiladi. Agar bunday tasnif loyixachilarni qoniqtirmasa, tezlik regulyatori sifatida ПИ – regulyatorni tanlash lozim va elektr yuritmani tezlik bo'yicha simmetrik optimumga yo'naltirish kerak.

$$W_{reg}(s) = \frac{T_1s + 1}{T_2s}$$

Hisobot mazmuni

1. Modul tarkibiga kiruvchi virtual bloklarni ta'riflash.
2. Parametrlarni yo'naltirish oynalarni ta'riflash.
3. Bloklarni yo'naltirish oynalarni ta'riflash.

4. Modul chizmasi.

Nazorat savollari

1. TED boshqaruv chizmasida elementlarini ko'rsating.
2. O'lchov blokini tushuntiring.
3. Trans, Sum, integrator bloklarini ta'riflang.

2-LABORATORIYA ISHI

TEDni ravon boshqarish va qo'zg'atishni kamaytirish sxemalarini o'rganish

Ishdan maqsadi: Qo'zg'atish kamaytirilganda TEDni rostdash sxemalarini tekshirish.

1. Asosiy ma'lumotlar

Harakat tezligini tortuvchi elektrodvigatel qo'zg'atilishini kamaytirish hisobiga oshirish mumkin. Tortuvchi elektrodvigatel qo'zg'atilishining susayish darajasi qo'zg'atishni kamaytirish koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi va u asosiy qutiblarning susaytirilgan $(I_v W)_{ov}$ va to'liq $(I_v W)_{PV}$ maydon bo'lgandagi magnit yurituvchi kuchlari nisbatiga teng

$$\beta = (I_v W)_{ov} / (I_v W)_{PV}$$

Qo'zg'atish chulg'ami shuntlanganda qo'zg'atish toki I_v yakor toki I_D ga nisbatan kamayadi, chulg'amlar soni esa o'zgarishsiz qoladi.

β koeffitsiyent qo'zg'atish tokining yakor tokiga nisbatiga teng

$$\beta = I_v / I_D$$

Agar, qo'zg'atishni kamaytirish qutiblar chulg'amidagi o'ramlar so'nish o'zgarishi bilan amalga ohsa, β koeffitsiyent o'ramalarning ishlayotgan qismi w_1 ni, ularning umumiy soniga nisbati bilan belgilanadi. Qo'zg'atishni kamaytirish koeffitsiyenti protsentlarda ifodalanadi.

Qo'zg'atishni kamaytirish ma'lum bir chegaradan o'tmasligi lozim, chunki bu jarayon tortuvchi mashinalar kollektorida me'yoriy sharoitlarni buzib, aylana shakilda alanga hosil bo'lishini keltirib chiqaradi. Asosan, qo'zg'atishni kamaytirishning eng kichik ko'rsatkichi 0,3-0,5 ni tashkil qiladi. Kompensatsion chulg'amga ega tortuvchi elektrodvigatellarda

qo'zg'atishni ko'proq kamaytirishni amalga oshirish mumkin. Ko'zg'atishni kamayishi va o'zgarishsiz kuchlanish paytidagi tortuvchi elektrodvigatelni elektromexanik tasnifi, to'liq qo'zg'alish paytida, elektrodvigatellar tasnifiga muvofiq, quyidagicha aniqlanadi, 1-rasmdan to'liq qo'zg'atishda va I_D tokda elektrovoz tezligi

$$V_{pVID} = \frac{U_D - I_D(r_o r_v)}{SF_{pVID}} \quad (1)$$

$\beta=1$ (yoki 100%) to'liq qo'zg'atish paytida I_D - yakor toki; r_o – yakor chulg'ami, qo'shimcha qutiblar, kompensatsion chulg'am qarshiligi, Om; r_v – qo'zg'atish chulg'amining qarshiligi, Om. Kamaytirilgan qo'zg'atishda va I_{DOV} tokida elektr xarakat tarkibining tezligi va I_{DOV} tokida, km/soat bo'lib, quyidagi formulaga muvofiq, echiladi

$$V_{OVID} = \frac{U_D - I_{DOV}(r_o + \beta r_v)}{SF_{OVIDOV}} \quad (2)$$

F_{PV} va F_{OV} magnit oqimlari ancha farq qilganligi sababli (1) va (2) formulalarni $I_D = I_{DOV}$ paytida solishtirganimizda, v_{ov}/v_{pv} munosabatini aniqlash qiyin, $I_{DOV} = I_D/\beta$ yakor tokida v_{ov} tezligini ko'rib chiqsak, $I_{DOV} = I_D/\beta$ tezligi, km/soatda, quyidagicha yechiladi:

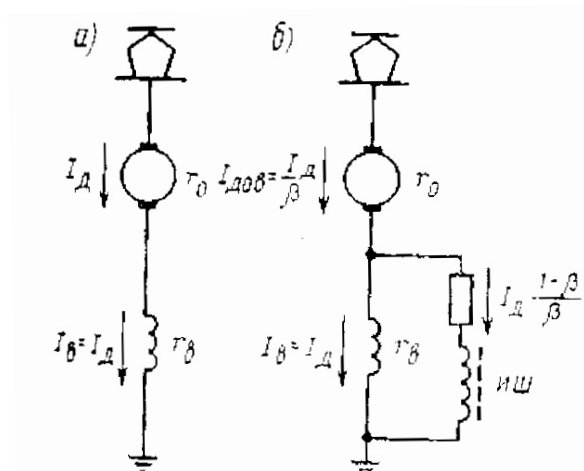
$$V_{OVID/\beta} = \frac{U_D - \frac{I_D}{\beta}(r_o + \beta r_v)}{SF_{OVID/\beta}} \quad (3)$$

chunki qo'zg'atish chulg'amidagi tok $I_V = I_{DOV}\beta = I_D\beta/\beta = I_D$ bo'lib, tok shunga muvofiq.

Bu yyerda, $F_{OVID/\beta}$ – qo'zg'atish kamaygan paytidagi magnit oqimi va tortuvchi elektrodvigatelni yakor toki $I_{DOV} = I_D/\beta$.

(1) Tenglamani (3) tenglamaga bo'lib va o'zgarish hosil qilib, quyidagi yechimga kelamiz:

$$V_{OVID/\beta} = \frac{U_D - \frac{I_D}{\beta}(r_o + \beta r_v)}{SF_{OVID/\beta}} \frac{SF_{pVID}}{SF_{pVID/\beta}} v_{pVID} \quad (4)$$



1-rasm. (a) to'liq qo'zg'atish va (b) kamaytirilgan qo'zg'atish paytida tortuvchi elektrodvigatellarning elektr zanjiri

Taqribiy hisoblar uchun oddiy formuladan foydalansa bo'ladi. I_D va I_D/β yakor toklaridagi yakor reaksiyasini magnitsizlangan harakatdagi farqni hisobga olsak, F_{PVID} va $F_{OVID/\beta}$ magnit oqimlari teng bo'ladi, chunki $I_D = I_V$. Qo'zg'atish o'ramlaridagi kuchlanishning pasayishi uncha katta bo'lmagan kattalikni tashkil qiladi, agar surat va maxrajda belgilangan kuchlanishning pasayish farqini hisobga olmasak, quyidagi yechimga kelamiz:

$$\frac{U_D - \frac{I_D}{\beta} (r_o + \beta r_v)}{SF_{OVID/\beta}} \frac{SF_{PVID}}{SF_{PVID/\beta}} \approx 1 \text{ va } V_{OVID/\beta} \approx v_{PVID} \quad (5)$$

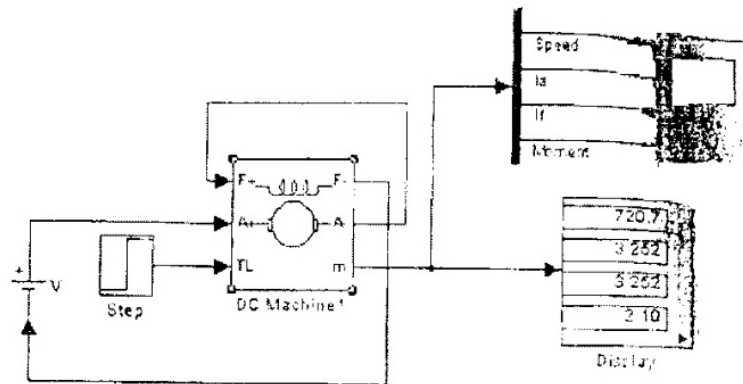
(5) formulaga asosan kamaytirilgan qo'zg'atish paytidagi tezlik tasnifini grafik asosda tuziladi.

2. Ishni bajarish tartibi.

Ketma-ket qo'zg'atiladigan o'zgarmas tok mashinasini tekshirish modeli 2-rasmda berilgan (fayl DCMachsier).

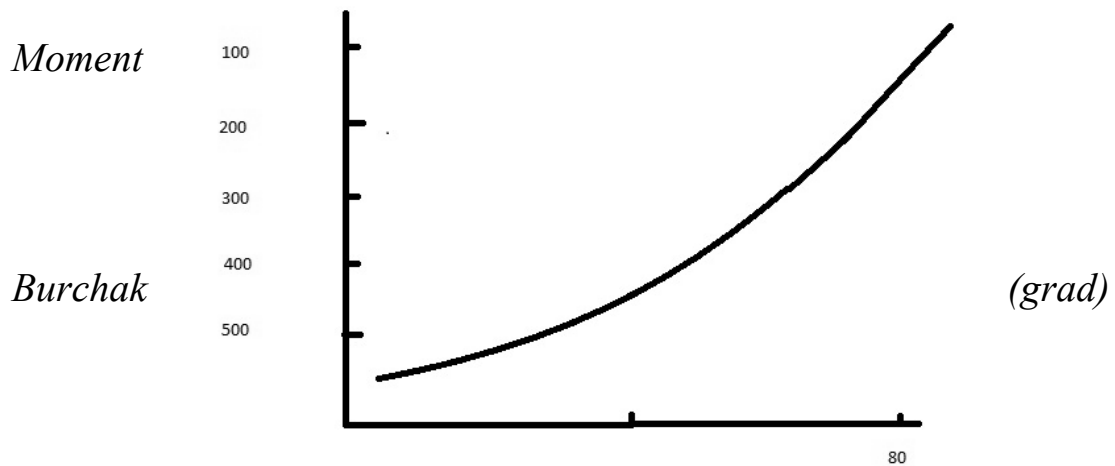
Chizma quyidagilarni o'z ichiga oladi: mashinani ta'minlash uchun V – doimiy kuchlanish manbai, (kutubxonadan PowerSystemBlockset/ElectricalSources), Display – mashinani o'zgaruvchan holatini o'lchash uchun uskuna (kutubxonadan PowerSystemBlockset/ElectricalSources), Demux – kirish vektorini ajratish bloki (kutubxonadan PowerSystemBlockset/ElectricalSources) va toklarni vizual kuzatish va kuchlanish uskunalarini, shu qatori tezlikni o'zgartirishni amalga oshiruvchi o'tuvchi eg'ri chiziqlarni va Scope tekshiriladigan mashinalarning momentlari (kutubxonadan Simulink/Sinks) bloklari.

2 rasmda modellashtirish natijalari ko'rsatilgan. Bu yerda, ketma-ket qo'zg'aladigan o'zgarmas tokli tadqiq etilayotgan mashinalarning tabiiy (yuqori) va sun'iy mexanik tasnifi, qurilgan.



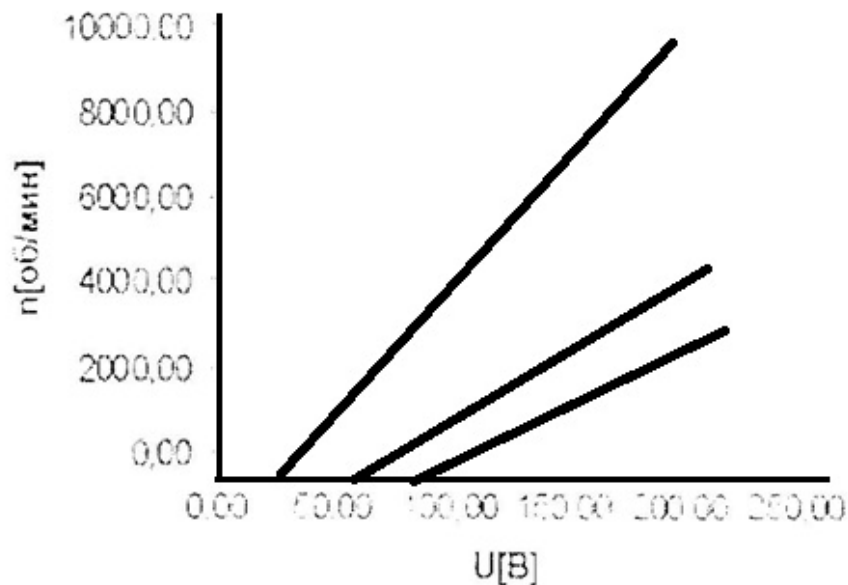
2-rasm. Kamaytirilgan qo'zg'alish paytida TED tezligini silliq rostdashdagi virtual model chizmasi

Dvigatelni burchak tasnifi



3-rasm. O'zgarmas tok TED burchak tasnifi

Rostlash tasnifini tajriba yo'li bilan qurish uchun, valdagi momentining turli qiymatlarida yakor kuchlanishi va uning aylanish tezligi bog'liqligini aniqlash kerak.



4-rasm. Modellash natijalari

Hisobot mazmuni

1. Model tarkibiga kiruvchi virtual bloklarni ta'riflash.
2. Parametrlarni rostdash oynalarini ta'riflash.
3. Bloklarni rostdash oynalarini ta'riflash.
4. Model chizmasi.

Nazorat savollari:

1. Model chizmasidagi boshqarish elementlarini ko'rsatish.
2. O'lchash bloklarining vazifasi.
3. DC Machine bloki vazifasi.

3-LABORATORIYA ISHI

Bir fazali ikki yarimdavrlı o'zgartgich ishini o'rganish

Ishdan maqsad: Teskari diodli aktiv-induktiv yuklamaga ishlovchi bir fazali ikki yarimdavrlı o'zgartgich ishini o'rganish.

1.Asosiy qism

Kommutatsiyani hisobga olmagan holda teskari diodli aktiv-induktiv

yuklamaga ishlovchi bir fazali ikki yarimdavrlı o'zgartgichni tashqi va energitik xarakteristikalarini o'rganish.

2. Virtual laboratoriya qurilmasi

Virtual laboratoriya ishini olib borish uchun zarur qurilmalar 1 – rasmda keltirilgan va u quyidagilardan iborat:

*sinusoidal kuchlanish manbai(AC Voltage);

*bir fazali transformator(Transformer);

*bir fazali diodli ko'prik((Universal Bridge);

*aktiv-induktiv yuklama(R,L);

*teskari diod(Diode);

*kuchlanish manbai va yuklamadagi tokning oniy qiymatini o'lchovchi asboblari(I1)(I Load);

*yuklamadagi oniy kuchlanish qiymatini o'lchovchi qurilmalar(U Load);

*tok ta'minotining garmonik tashkil etuvchilarini o'lchovchi blok(Fourier I1);

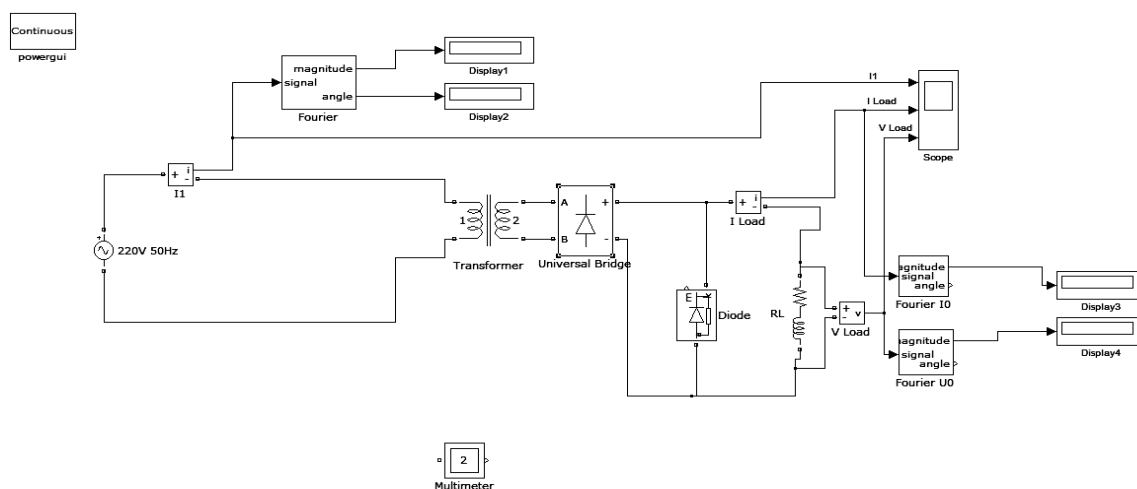
*tok ta'minotining garmonik tashkil etuvchilarini o'lchovchi blok(Fourier I0) va yuklama ta'minotining yuklamadagi garmonik tashkil etuvchilarini o'lchovchi blok(Fourier U0);

*ta'minot zanjiri, yuklamadagi tok va kuchlanishning oniy qiymatini kuzatish(o'lchash) uchun blok(Scope);

*Measurement bandi orqali kiritilgan kattaliklarni kuzatish va o'lchash uchun blok(Multimeter);

*ta'minot zanjiridagi birinchi garmonik tokning amplituda qiymatini va fazasini o'lchash bloki(Display1);

*yuklamadagi tokning o'rtacha qiymatini o'lchovchi blok(Display2);



1-rasm. Bir fazali o'zgartgich modeli

Tarmoq parametrlarini rostdash oynasi 2-rasmda keltirilgan.

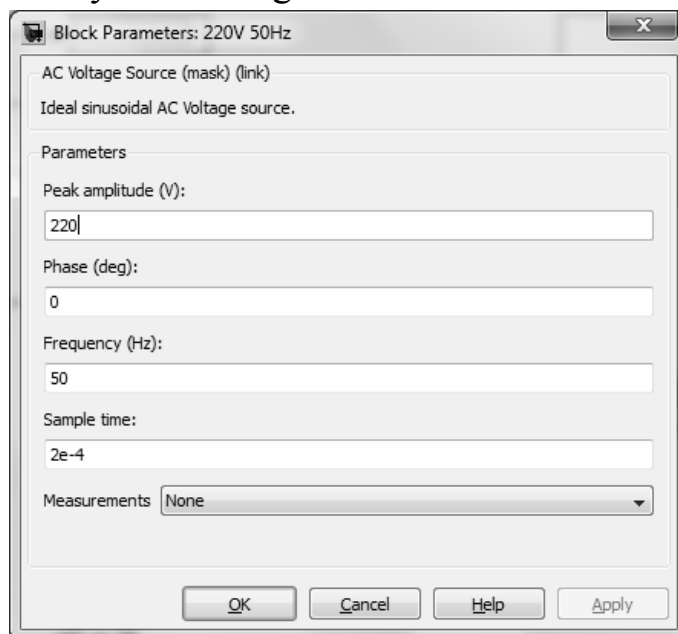
Rostlash bandlariga quyidagilar kiritiladi:

*kuchlanish amplitudasi (Peak amplitude, V)

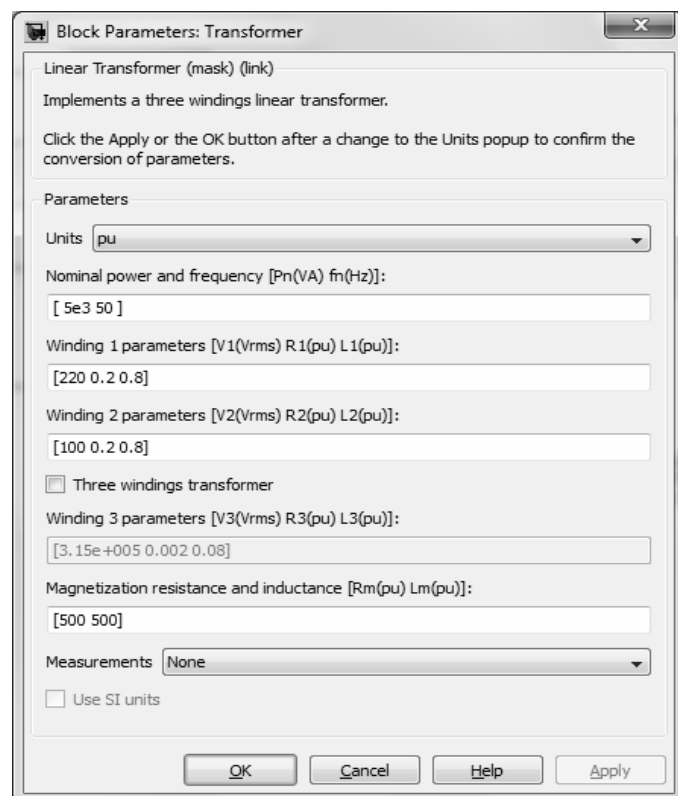
*kuchlanishning boshlang'ich fazasi(Phase, deg)

*kuchlanish chastotasi(Frequency, Hz)

Sample Time bandiga kuchlanishning diskret qiymati kiritiladi. Ushbu parametr ko'plab kutubxona bloklarida berilgan, u topshiriq berilgan vaqdagi diskriminatsiya bilan to'g'ri kelishi'i kerak.



2-rasm. Tamnot manbaini rostlash oynasi



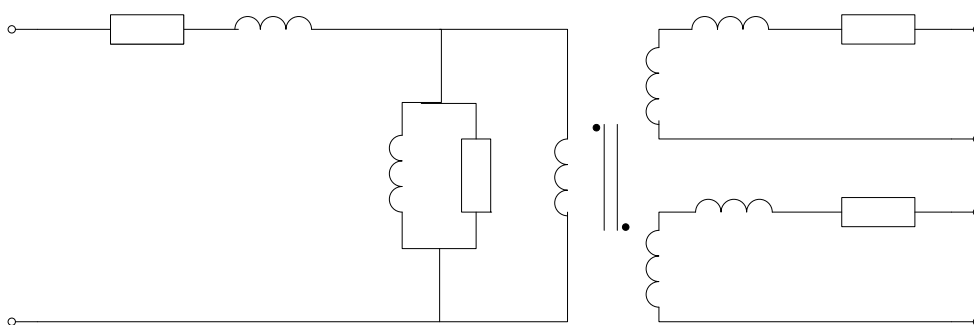
3-rasm. Transformator parametrlarini rostlash oynasi

Transformator parametrlarini rostdash oynasi 3-rasmda keltirilgan. Oynaning bandlariga transformatorning nominal quvvati va chastotasi (Nominal power and frequency), birlamchi va ikkilamchi chulg`amlar parametrlari (Winding 1 parameters, Winding 2 parameters) va magnet zanjir parametrlari (Magnetization resistance and reactance) kiritiladi.

Transformatorning nisbiy kattaliklarini kiritish uchun unung sxemasini ko`rib chiqish kerak.

Transformatorning sxemasi 4-rasmda keltirilgan (L_m, R_m).

Transformatorga nisbiy qiymat berish shunisi bilan qulayki, bu qiymatlar transformatorning har ikkala chulg`amlari uchun bir xil bo`ladi (4-rasm).



4-rasm. Transformator sxemasi

Bundan tashqari chulg`amlarning magnetlanish qiymatlari ham o`zaro tengdirlar. Laboratoriya sharoitida ikki chulg`amli transformator o`rganiladi. Bu holda uchinchi yoki boshqa chulg`amlarning parametrlarini kiritish uchun bandlar keltirilmagan.

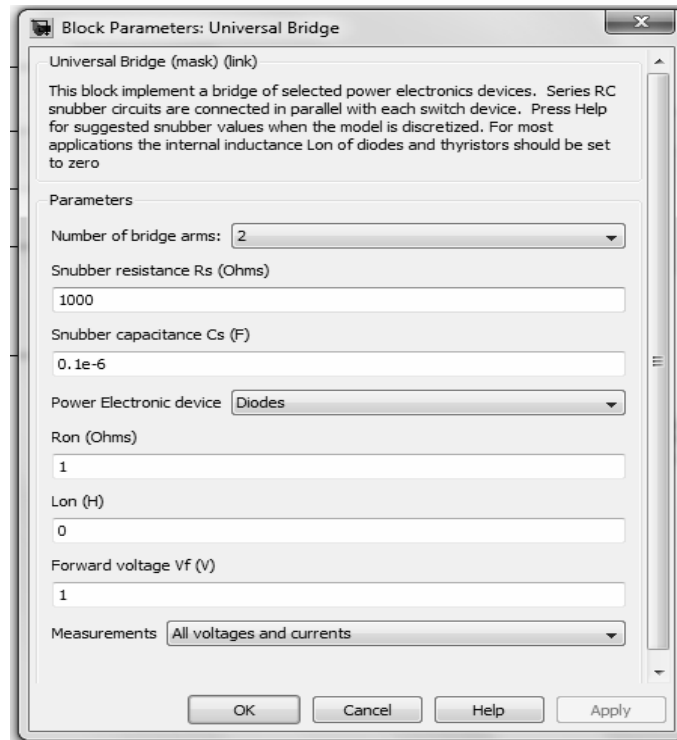
O`zgartgich parametrlarini rostdash oynasi 5-rasmda keltirilgan. Rostlash bandlari qatorida quyidagilar joylashgan:

- *ko`prik yelkalari soni (Number of bridge arms); R_1 L_1
- *kirish va chiqish konfiguratsiyasi (Port configuration);
- * zanjirning dempferlovchi parametrlari (Snubber resistance, Snubber capacitance);
- *universal ko`prikdagi yarim o`tkazgich qurilmalar turi (Power Electronic device);
- *Diodning ochiq vaqtidagi dinamik qarshiligi (R_{on} , Ohms);
- *diodning ochiq vaqtidagi induktivligi (L_{on} , H); L_m
- *diodning ochiq vaqtidagi kirish kuchlanishi (Forward voltage, V).

Measurement ning tanlangan kattaliklari, Multimeter oynasida o`lchanadi. Yuklamaning parametrlarini rostdash oynasi 6-rasmda keltirilgan.

Fourier (7-rasm) bloki parametrlarini rostdash uchun chastota kiritiladi, ushbu chastota o`lchanayotgan chastotaga teng bo`lishi kerak.

Fourier I0, Fourier U0 bloklari tok va kuchlanishning o'zgarmas qismlarini o'lchaydi. Ikki yarimdavrli o'zgartgichning asosiy chiqish kuchlanishi chastotasi manbaning ikkilangan chastotasiga teng ($f=100$ Hz).



5-rasm. Bir fazali o'zgartgich parametrlarini kiritish oynasi

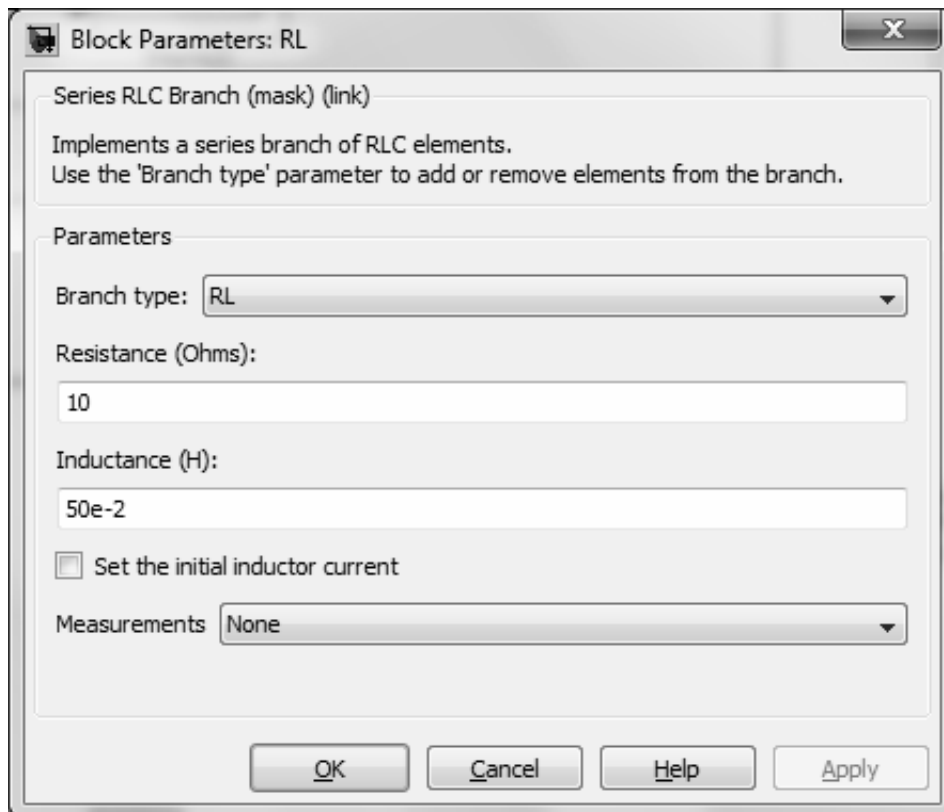
Garmonic n qatorida garmonikaning raqami keltiriladi. Bizning holimizda $n=0$ bo'ladi.

Kattaliklarni o'lchash Display oynasi 8-rasmda keltirilgan. Uning birinchi bandiga olchanayotgan kattalik formati kiritiladi.

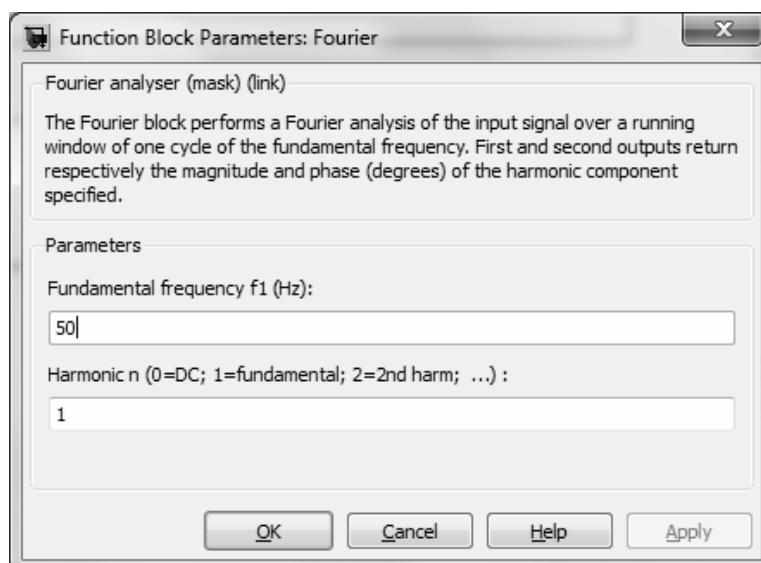
Multimeter ning oyna bloki 9-rasmda keltirilgan.

Multimeter (Availabe) oynasining chap tomonida unversal ko'prikning kuchlaninshi va tok qiymatlari hisoblanadi, ular 5-rasmda keltirilgan. O'ng (Selected) tomonida esa blok o'lchovchi kattaliklar keltirilgan.

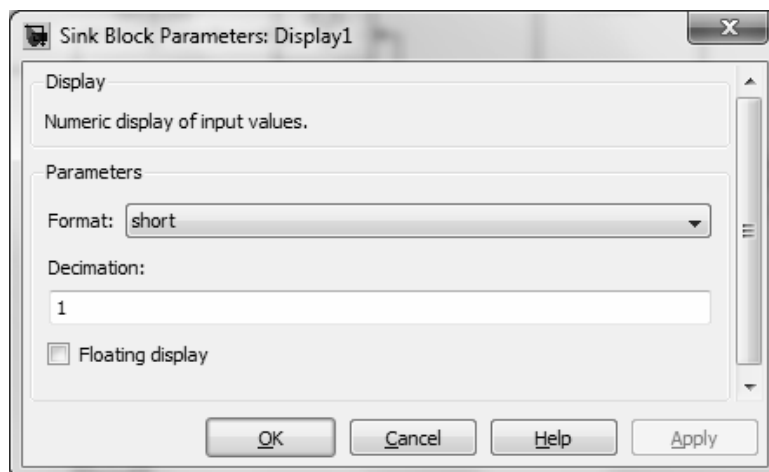
O'ng tarafning o'zgaruvchilarini blok chiqishiga maxsus qurilmalar qo'yib o'lchash mumkin. **Plot Selected Meeasuruments** ning yoqilgan holatida qiymatlarning aniq bo'lishi bilan ularning grafik blokdagi grafiklarini ko'rish mumkin.



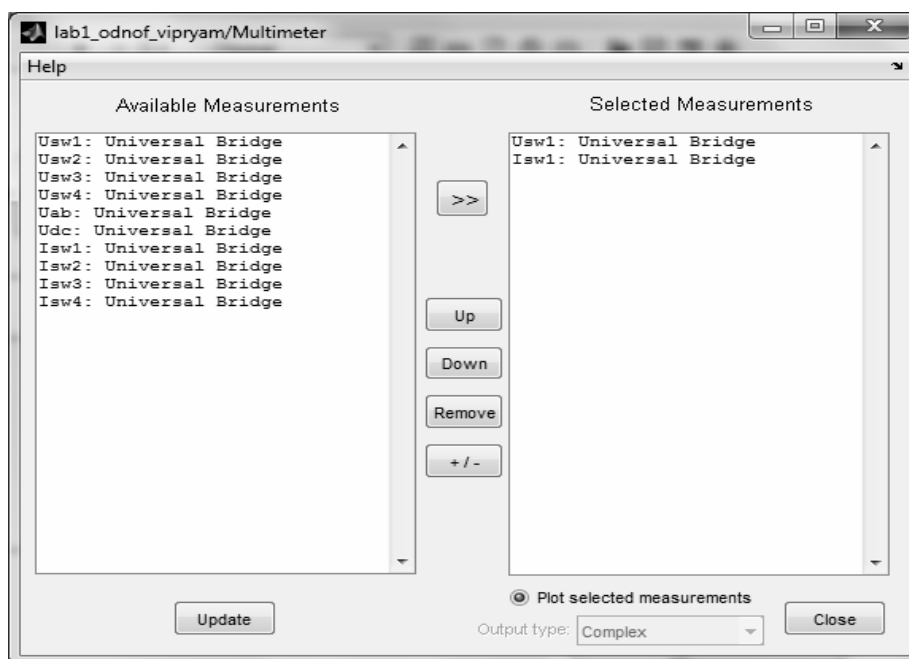
6-rasm. Yuklama parametrlarini rostdash oynasi



7-rasm. Fourier bloki rostdash oynasi.



8-rasm. Display1 bloki rostdash oynasi.

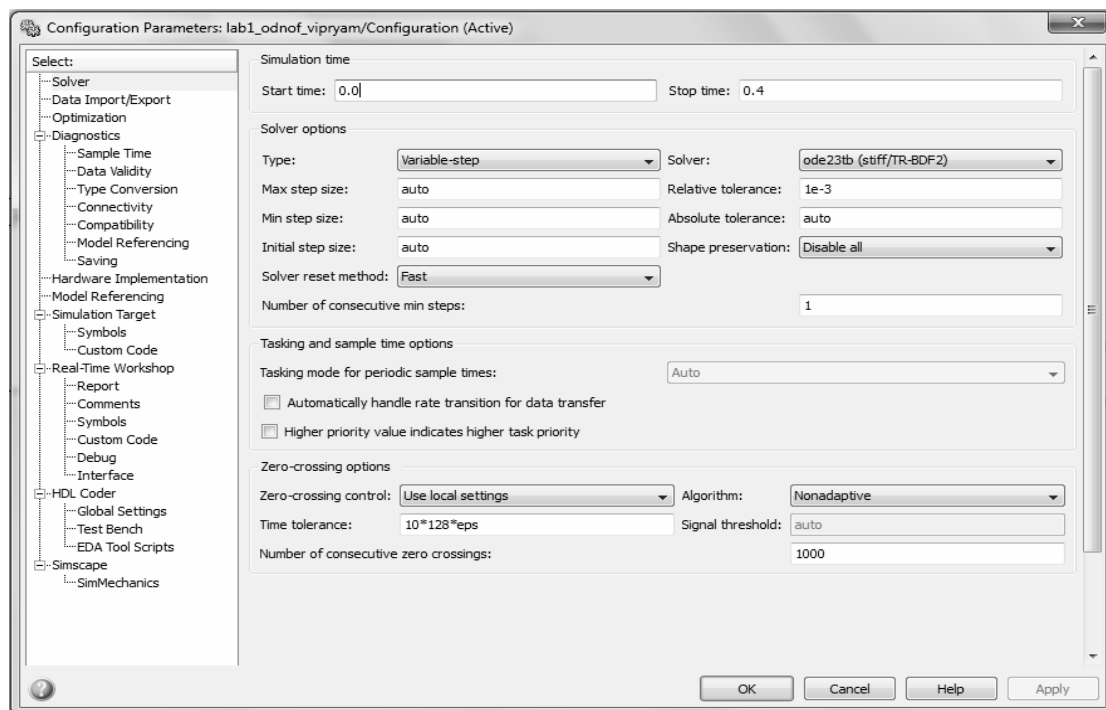


9-rasm. Multimetr blokini rostdash oynasi

3. Laboratoriya ishini olib borish tartibi.

Virtual laboratoriya sharoitida teskari diodli aktiv-induktiv yuklamalarda bir fazali ikkiyarimdavrlı o'zgartgich ishini o'rganish(6-rasm). Tamnot manbai, transformator, yuklama va diod ko'prigi parametrlari o'qituvchi tomonidan beriladi. Diod ko'prigi va tamnot manbaining ishi mustaqil o'rganishda ularning parametrlarini 2, 5 oynalaridagiday olish mumkin. Yuklamaning parametrlari shunday beriladiki, $T=L_h/R_h$ vaqt doimiysining qiymati (2...5) oraliqda bo'lsin ($T=1/f$, f –kuchlanish chastotasi). Modellashtirish parametrlari Simulation/Configuration Parameters orqali beriladi(6.1.10-rasm). Stop

Time qatorida ta'minot yuklanishi vaqt oraliq'i beriladi. Bu oraliq sekundlarda berilib 10...20 orasida bo'ldi.



10-rasm. Modellashtirish parametrlarini rostdash oynasi

Type qatorida o'zgaruvchan qadam(Variable-step) va differensial tenglamalar yechiladi. **Max Step Size** qatorida esa modellashtirish qadami qiymatlari kiritiladi. Xuddi shu qiymatlar 9 va 10-rasmlarda ko'rsatilgan oynalarga va Sample Time ning barcha bloklariga kiritiladi. Qolgan qatorlarda kompyuter hisoblagan qiymatlarni qoldirishimiz mumkin. Induktiv vaYuklama qarshiligini 10 Om da 100 Omgacha 10 qadam bilan shunday o'zgartiringki vatq doimiysi $T_H=L_H/R_H$ doimiy qolsin. Bu holda modellashtirish har bir yuklama qiymati uchun aloxida amalga oshiriladi.

Modellashtirish natijalari 1-jadvalga kiritiladi.

1-jadval

Berilgan kattaliklar				O'lchanadigan kattaliklar						Hisoblanadigan kattaliklar		
U_{1max}	f_1	L_H	R_H	I_H	U_H	$I_1(1)_{max}$	φ	U_{VDmax}	I_{VDmax}	$S_1(1)$	$P_1(1)$	P_H
V	Hz	Gn	Om	A	V	A	Grad	V	A	VA	Wt	Wt

Tok garmonikasining taminot manbaidagi birinchi amplitudasi $I_1(1)$ va tokning boshlang'ich fazasi φ mos ravishda Display1 va Display2 orqali

aniqlanadi. Bu kattaliklarning oniy qiymatlarini 1-rasm oynasi orqali kuzatish mumkin.

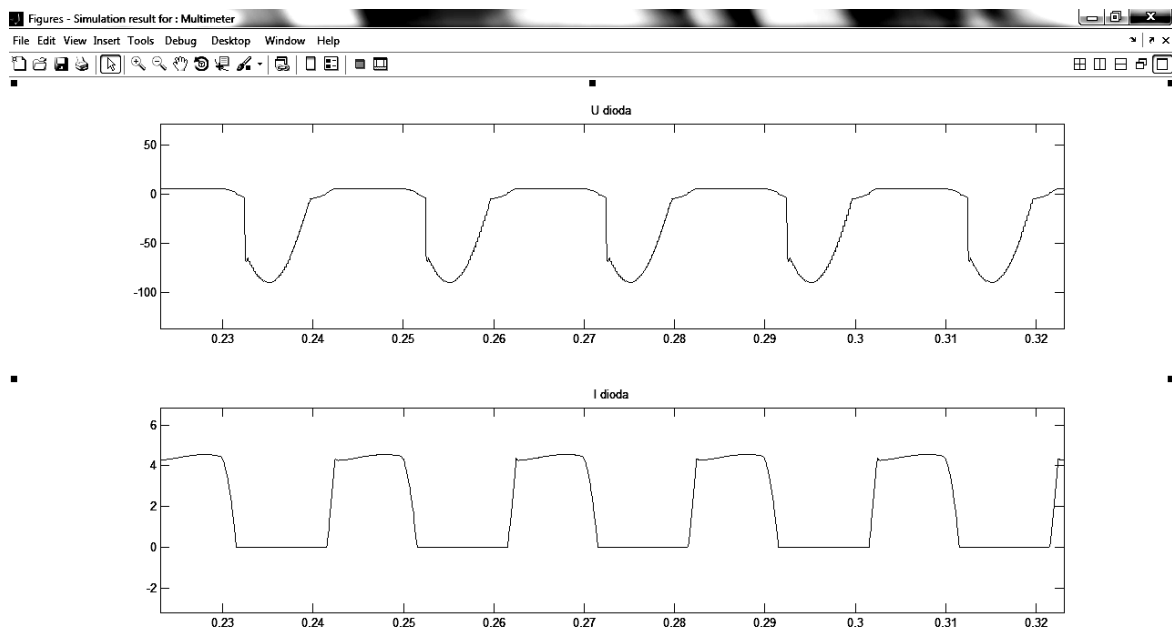
Birinchi garmonika bo'yicha ta'minot manbai va o'zgartgichning to'liq va aktiv quvvatlari va yuklamadagi quvvat qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$S_1(I) = U_{I_{max}} * I_1(I) / 2 \text{ VA}; P_1(I) = S_1(I) * \cos\varphi; P_H = U_H * I_H \text{ Vt}$$

Modellashtirish yakuniga yetgach ekranda kuchlanish va tokning oniy egri chiziqli qiymatlari berilgan Multimeter (12-rasm) oynasi paydo bo'ladi. Modellashtirish natijalari 1-jadvalga kiritiladi.



11-rasm. Yuklamadagi kuchlanish va yuklama, ta'minotdagi tok ossillogrammasi



12-rasm. Diod ko'prikdagi kuchlanish va tok ossillagrammasi.

Hisobot mazmuni:

1. Virtual stend sxemasi.
2. Asosiy xarakteristikalarini hisoblash uchun tushunchalar.
3. Ko'priknining yuklash xarakteristikasi.
4. Ko'priknining energetik xarakteristikalari.
5. Ko'priknining boshqarish xarakteristikalari.
6. Ish bo'yicha xulosalar.

4-LABORATORIYA ISHI

Bir fazali ikkiyarimdavrlı boshqariluvchi o'zgartgich ishini o'rganish

Ishdan maqsad

Teskari EYuKli, teskari diodli aktiv-induktiv yuklamalarda bir fazali ikkiyarimdavrlı boshqariluvchi o'zgartgich ishini o'rganish.

2.Asosiy qism

1.1 Teskari EYuK li, teskari diodli aktiv-induktiv yuklamalarda bir fazali ikkiyarimdavrlı boshqariluvchi o'zgartgichning tashqi va energetik xarakteristikasini o'rganish.

1.2 Teskari EYuK li, teskari diodli aktiv-induktiv yuklamalarda bir fazali ikkiyarimdavrlı boshqariluvchi o'zgartgich roslash xarakteristikasini o'rganish.

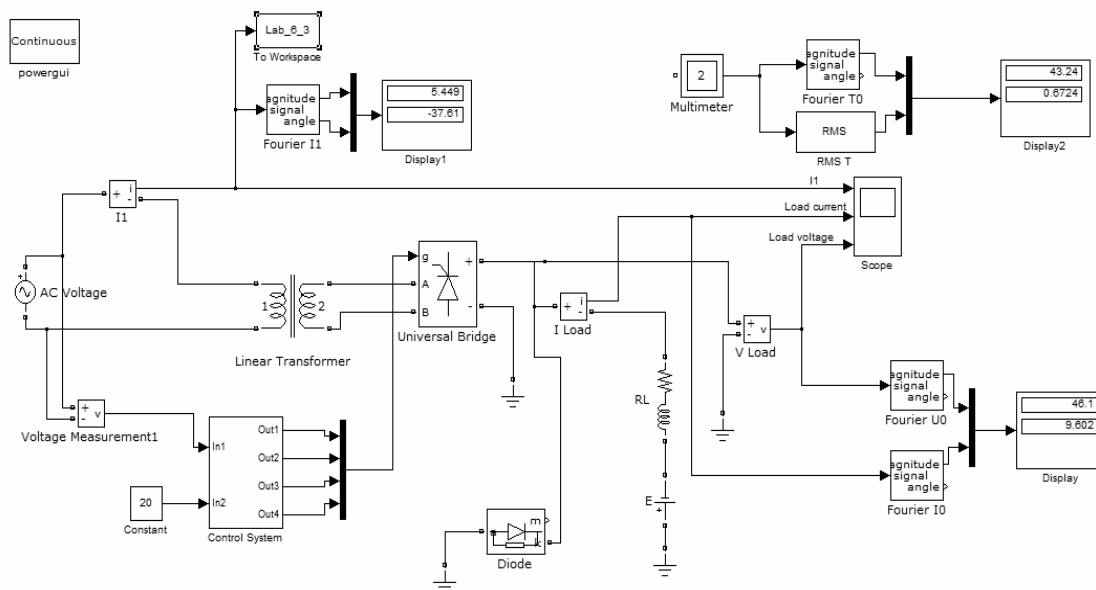
1.3 Bir fazali boshqariluvchi o'zgartgichning garmonik tok tashkil etuvchilarini o'rganish.

2.Virtual laboratoriya haqida.

1.1-punkt bo'yicha izlanishlar 1-rasmda keltirilgan virtual laboratoriya stendida bajariladi.

U quyidagilardan iborat:

- *sinusoidal kuchlanish manbai(AC Voltage);
- * transformator(Linear Transformer);
- *qarama-qarshi EYuK li aktiv-induktiv yuklama(R,L);
- *teskari diod(Diode);
- *ta'minot manbai va yuklamadagi tokning oniy qiymatini o'lchovchi asboblari(I Load);



1-rasm. Bir fazali boshqariluvchi o'zgartgich modeli

*yuklamadagi oniy kuchlanish qiymatini o'lchovchi qurilmalar(U Load);

*tok ta'minotining garmonik tashkil etuvchilarini va tiristor tokini (Fourier TO) o'lchovchi blok(Fourier I1);

* tok ta'minotining garmonik tashkil etuvchilarini o'lchovchi blok(Fourier I0) va yuklama ta'minotining yuklamadagi garmonik tashkil etuvchilarini o'lchovchi blok(Fourier U0);

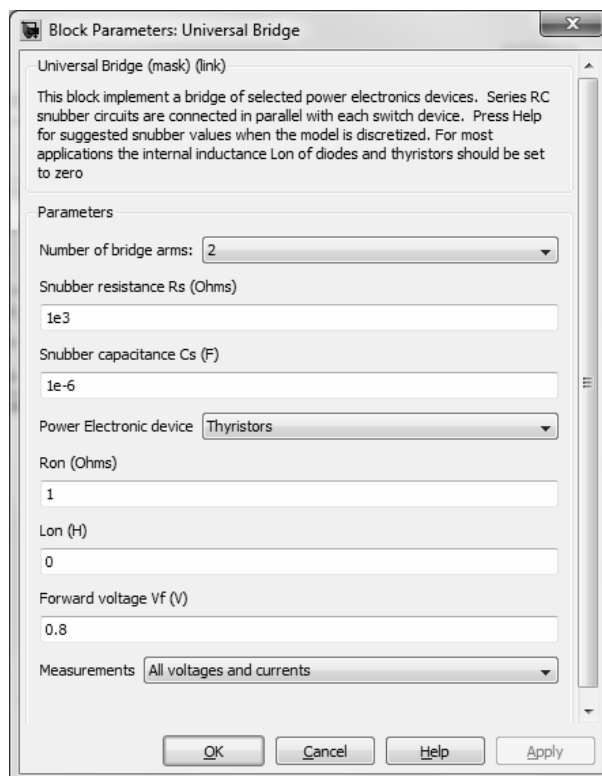
*ta'minot zanjiri, yuklamadagi tok va kuchlanishning oniy qiymatini kuzatish(o'lchash) uchun blok(Scope);

*Measurement bandi orqali kiritilgan kattaliklarni kuzatish va o'lchash uchun blok(Multimeter);

*ta'minot zanjiridagi birinchi garmonik tokning amplituda qiymatini va fazasini o'lchash bloki(Display1);

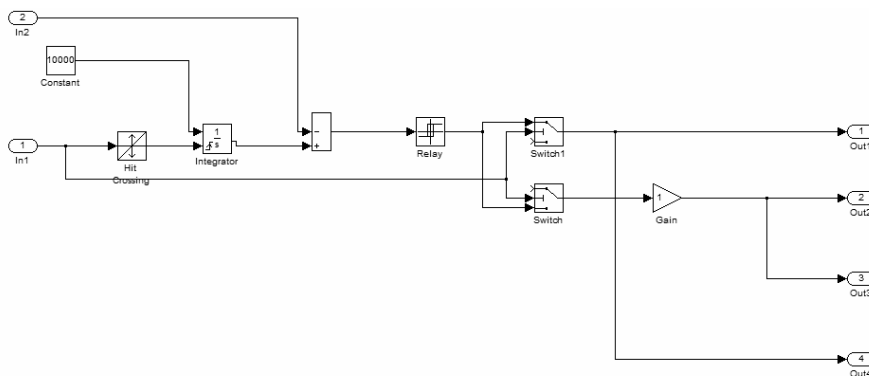
*yuklamadagi tokning o'rtacha qiymatini o'lchovchi blok(Display2) ;

*bir fazali diodli ko'prik(Universal Bridge);



2-rasm. Boshqariluvchi o'zgartgichni roslash oynasi

Blok boshqaruvi modeli 3-rasmda keltirilgan. Blokning In1 kirishiga tarmoqdan sinxronlashtiruvchi signal beriladi va signal topshirig'iga qarab boshqarish burchagi o'zgaradi(kirish In2).

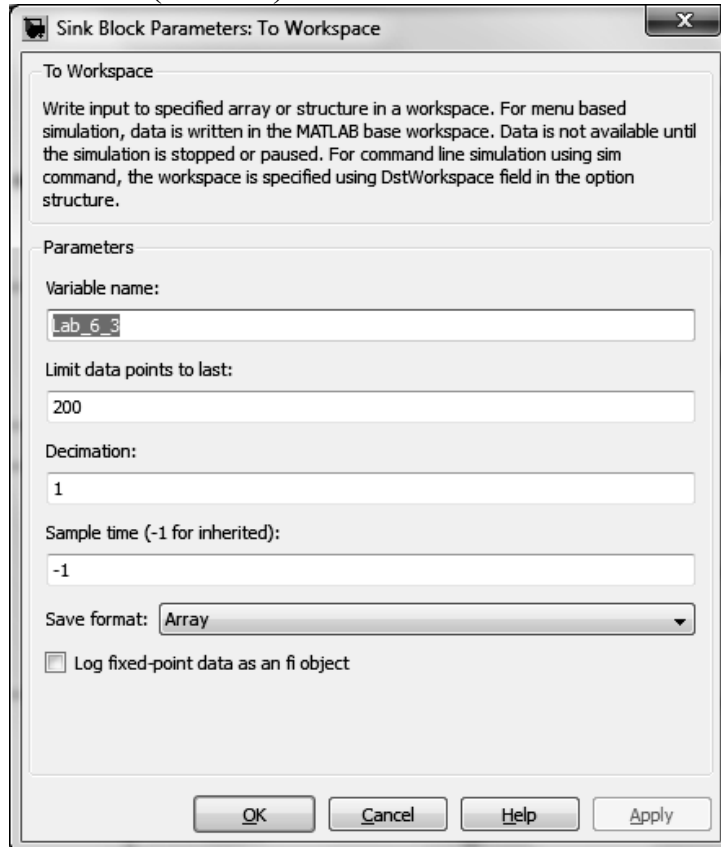


3-rasm. Boshqarish bloki modeli

To Workspace bloki tadqiq etilayotgan signalni MatLab programmasiga yetkazib berishga mo'ljallangan bo'lib, u signalni Signal Processing Toolbox ga asosan qayta ishlaydi.

Demak, oynaning birinchi qatoriga o'zgaruvchining nomi yoziladi va shu o'zgaruvchiga asosan ish maydonchasida o'lanayotga vektor shakllanadi. Ikkinchi qatorda esa vektorning uzunligi aniqlaniladi. Vektorning uzunligi chastota bilan bir qatorda Sample Time qatoridagi vaqt bilan ham bo'g'liq bo'lishi kerak. Bizning holatimizda chatota 50 Hz

ga teng (oralik 0.02 sek). 2-4 signallarni o'lchayotganda har oralikda 100 ta nuqta o'lchanadi. Bundan kelib chiqadiki, oxirgi 2 ta signal o'lchanayotganda 200 ta nuqta qaraladi. Sample Time qatoridagi vaqt ko'rsatgichi modellashtirish oynasidagi modellashtirish parametrlari qadami bilan mos kelishi kerak. (5-rasm).

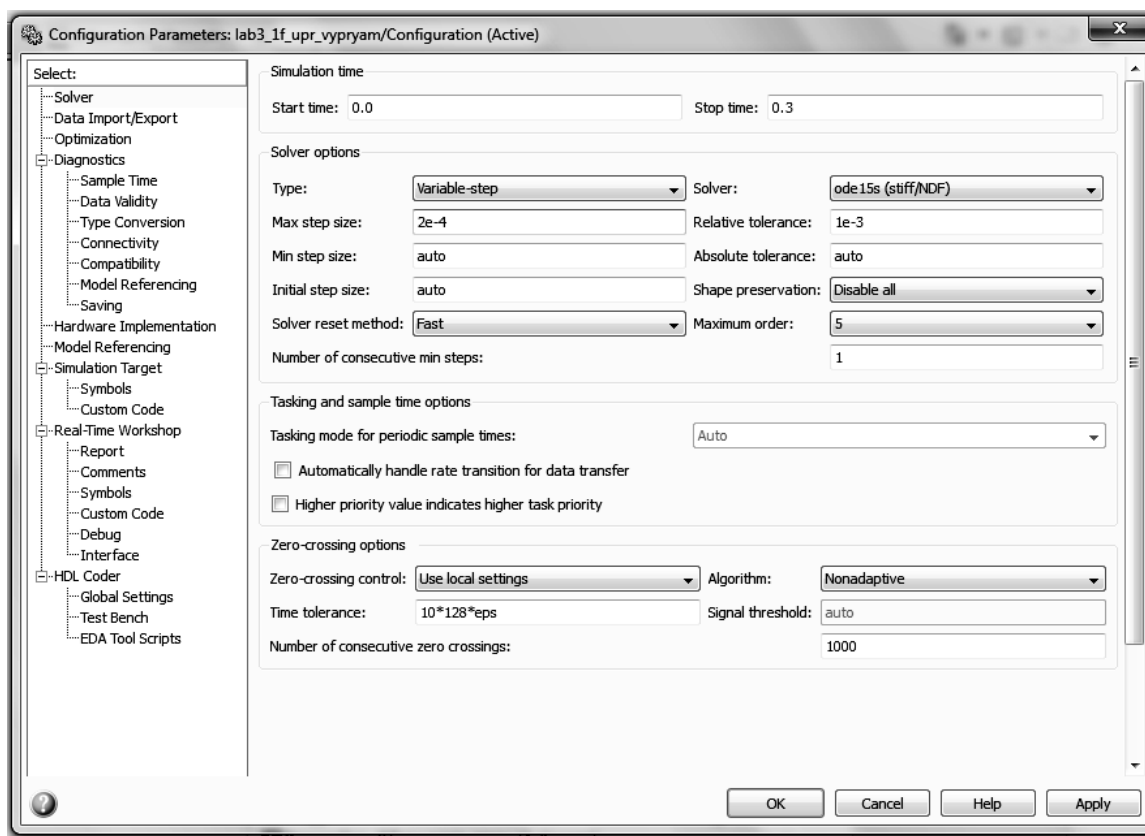


4-rasm. To Workspace parametrlarini rostdash oynasi

3. Laboratoriya ishini olib borish tartibi

3.1. 1.1-punkt bo'yicha teskari EYuK li, teskari diodli aktiv-induktiv yuklamalarda bir fazali ikkiyarimdavrlı boshqariluvchi o'zgartgichning tashqi va energetik xarakteristikasini o'rganish.

Ta'minot manbai, transformator, yuklama va diod ko'prigi parametrlari o'qtuvchi tomonidan beriladi. Diod ko'prigi va ta'minot manbaining ishi mustaqil o'rganishda ularning parametrlarini 2,3,6 oynalaridagiday olish mumkin. Modellashtirish parametrlari Simulation/Configuration Parameters orqali beriladi (5-rasm). Max Step qatoriga modellashtirish qadami kiritiladi.



5-rasm. Modellashtirish parametrlari rostlanadigan oyna

R,L yuklamalarning tashqi xarakteristikalari olinayotganda uning qiymatlari o'zgarib qoladi. Faqatgina EYuK 100 V da 0 V gacha 20 qadam bilan o'zgarib boradi. Tashqi xarakteristika o'zgartgichning uchta burchagi($\varphi=0, 40, 60$) uchun olinadi.

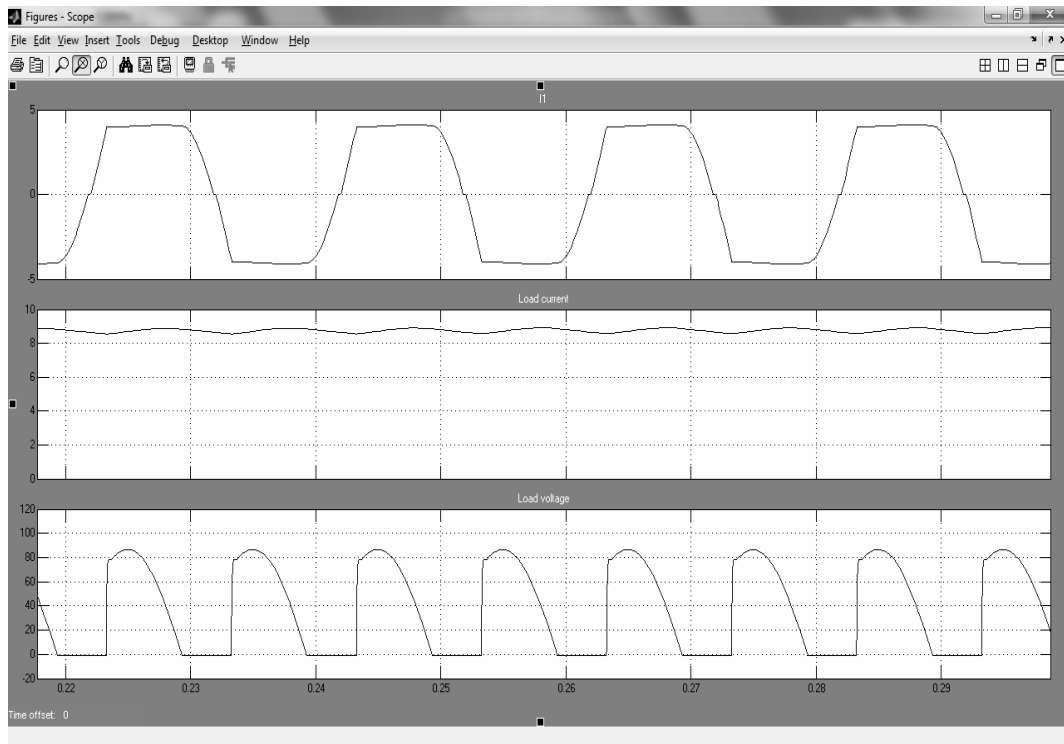
Bu holda modellashtirish EYuK ning har bir qiymati uchun alohida olinadi. Olingan natijalar esa 1-jadvalga kiritiladi.

1-jadval

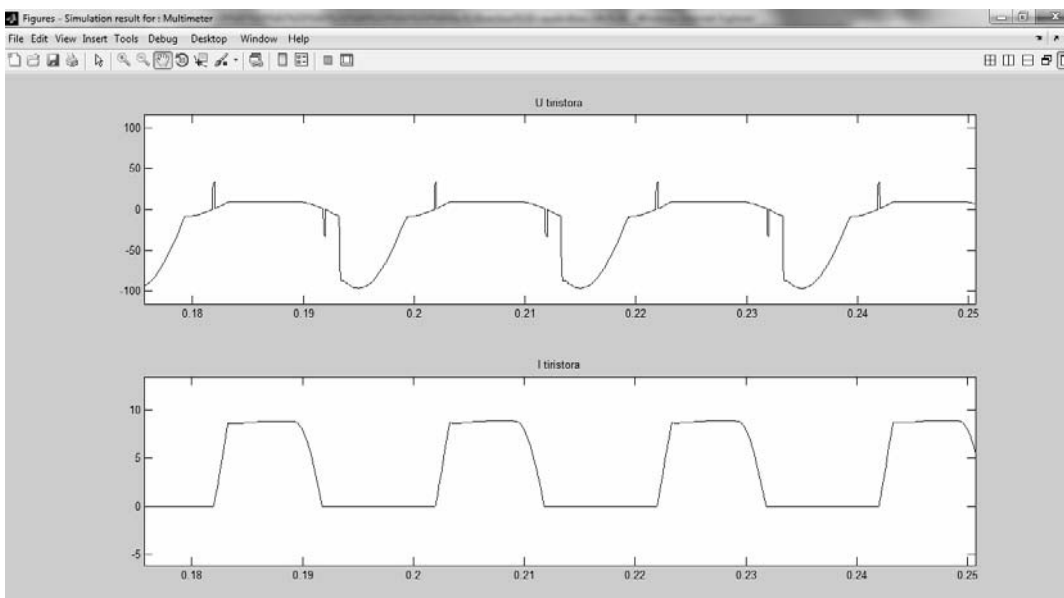
Berilganlar		O'lchanayotganlar								Aniqlanganlar		
α	E	I_H	U_H	$I_1(1)_{\max}$	φ_1	I_{VSD}	I_{VS}	$U_{D\max}$	$I_{D\max}$	$S_1(1)$	$P_1(1)$	P_H
Grad	V	A	V	A	Grad	A	A	V	A	VA	Watt	Watt

Tok garmonikasining t'aminot manbaidagi birinchi amplitudasi $I_1(1)$ va tokning boshlang'ich fazasi φ mos ravishda Display1 va Display2 orqali aniqlanadi. Bu kattaliklarning oniy qiymatlarini 6-rasm oynasi orqali kuzatish mumkin.

Multimeter bloki grafik oynasida(7-rasm)boshqariluvchi o'zgartgich tiristorining maksimal toki va kuchlanishi aniqlanadi. Tiristor tokining o'rtacha $I_{O_{rt}}$ va effektiv I_{eff} qiymatlari Display2 orqali aniqlanadi.



6-rasm. Boshqariluvchi o'zgartgichning oniy toki va kuchlanishi



7-rasm. Boshqariluvchi o'zgartgich tiristorining toki va kuchlanishi

Boshqariluvchi o'zgartgichning to'liq va aktiv quvvatlari va yuklamadagi quvvat qiymati quyidagicha aniqlanadi.

$$S_1(1) = U_{1max} * I_1(1) / 2 \text{ VA}; P_1(1) = S_1(1) * \cos\varphi; P_H = U_H * I_H \text{ Vt}$$

UV tiristoridagi yo'qotishlar quyidagicha aniqlanadi.

$$P_T = U_1 I_{VS0} + I_1^2 R_{on}$$

6.3.1-jadval qiymatlariga qarab quyidagilar tuziladi:

*boshqariluvchi o'zgartgichning tashqi xarakteristikalar.

*boshqariluvchi o'zgartgichning(yuklash) energetik xarakteristikalar.

$$U_H = f(I_H);$$

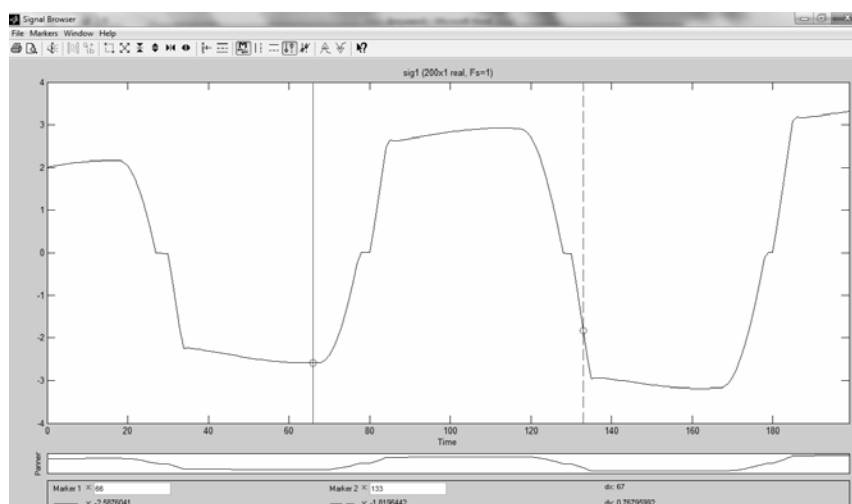
* boshqariluvchi o'zgartgichning energetik xarakteristikalar

$$S_1(I), P_1(I), P_T = f(P_H);$$

1.2-punkt bo'yicha rostlanuvchi xarakteristikalar izlanishlari 6.3.1-rasmda keltirilgan model bo'yicha olib boriladi, bu holda EYuK qiymati 0 dan 180 gradusgacha 20 qadam oraliq bilan o'zgartirib boriladi va har bir EYuK qiymati uchun modellashtirish alohida amalga oshiriladi.

2-jadval

O'lchashlar	
$\alpha(\text{град})$	$U_H(\text{B})$



8-rasm. UV taminot zanjiridagi tok

Hisobot mazmuni:

1. Virtual stend sxemasi.
2. Asosiy xarakteristikalarini hisoblash uchun tushunchalar.
3. Ko'priknig yuklash xarakteristikasi.
4. Ko'priknig energetik xarakteristikalar.
5. Ko'priknig boshqarish xarakteristikalar.

5-LABORATORIYA ISHI

Simmetrik boshqariluvchi uch fazali (ko'prik) invertorni o'rganish

Ishdan maqsad: Aktiv va induktiv yuklamali ish jarayonida, keng-impulsli (широотно-импульсная модуляция) sinusoidal modulyatsiya bilan Simmetrik boshqariluvchi uch fazali (ko'prik) invertorni o'rganish.

1.Asosiy qism

1.1. Aktiv va induktiv yuklamali ish jarayonida, keng-impulsli (широотно-импульсная модуляция) sinusoidal modulyatsiya bilan Simmetrik boshqariluvchi uch fazali (ko'prik) invertorning tashqi va energitik xarakteristikalarini o'rganish.

1.2 Aktiv va induktiv yuklamali ish jarayonida, keng-impulsli (широотно-импульсная модуляция) sinusoidal modulyatsiya bilan Simmetrik boshqariluvchi uch fazali (ko'prik) invertorning rostlash xarakteristikalarini o'rganish.

1.3 Aktiv va induktiv yuklamali ish jarayonida, keng-impulsli (широотно-импульсная модуляция) sinusoidal modulyatsiya bilan Simmetrik boshqariluvchi uch fazali (ko'prik) inverter kuchlanishi va tokining garmonik tashkil etuvchilarini o'rganish.

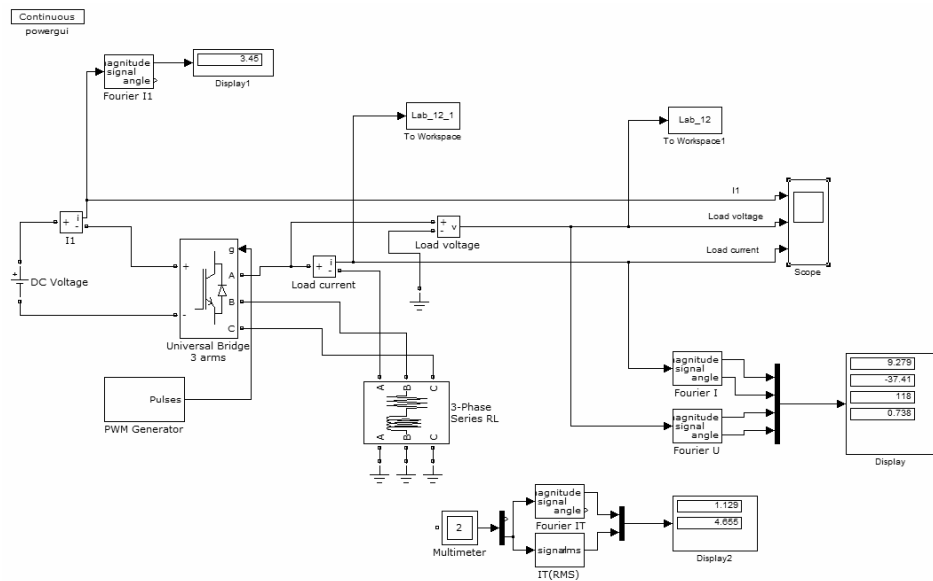
2.Virtual laboratoriya stendi haqida ma'lumotlar

1.1-punkt bo'yicha izlanishlar olib borish uchun virtual laboratoriya stendi 1-rasmda keltirilgan.

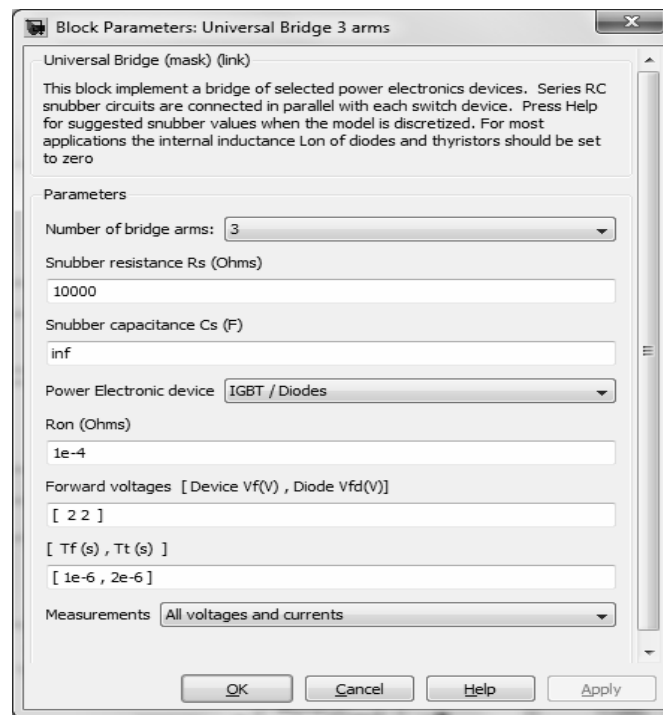
Bu ish oldingi laboratoriya ishlaridan kuch bloki № 10, boshqaruv va yuklama bloklari bilan farqlanadi. 2- rasmda uchfazali ko'prik tranzistorli invertorning sozlanish oynasi ko'rsatilgan. Bu blok oldingi laboratoriya ishlarida ko'rilgan(lab.ishi №6). Bu yerda oynaning birinchi qismidagidan farqlanib turuvchi, inverter 3 yelkadan tashkil topgani haqida dalolat beruvchi 3 raqami turibdi.

Boshqaruv bloki modeli 3-rasmda keltirilgan. Bu Powerlib/Extras/Control Blocks kutubxonasi blokidir. Parametrlarni sozlash oynasining birinchi qismiga boshqarish mumkin bo'lgan kuch bloki o'rnatiladi. Ikkinchi qismiga - garmonik elektr tebranish chastotasi, uchinchi qismiga - modulyatsiya koeffitsiyenti, to'rtinchi qismiga kuchlanish modulyatsiyasi va oxirgi qismiga esa modulyatsiyalovchi kuchlanishning boshlang'ich fazasi joylashtiriladi. 3-rasmdan ko'rinadiki, modulyatsiyalovchi kuchlanish chastotasi 25 Hz ga teng. Bu chastotaga,

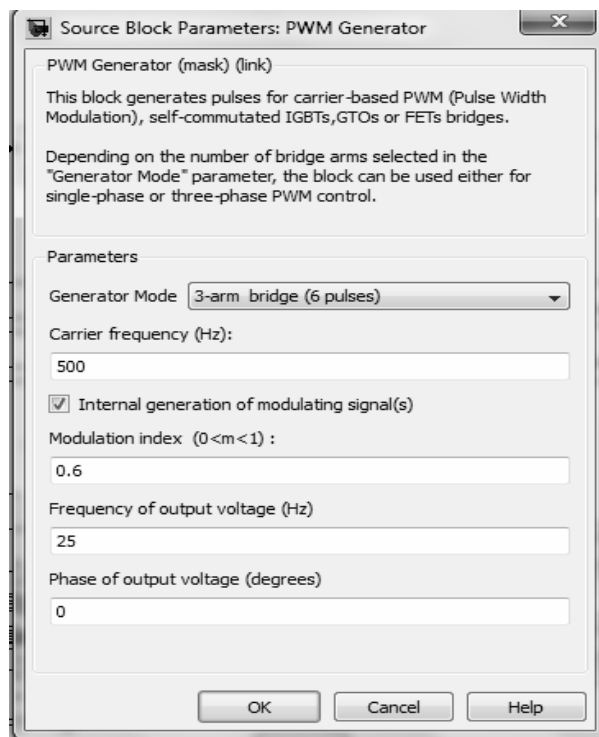
ya'ni asosiy garmonal o'lchashga nisbatan Fourier I1 Fourier I, Fourier U, Fourier IT, IT (RMS) bloklarining parametrlari to'g'irlangan bo'lishi lozim.



1-rasm. Uch fazali invertor modeli



2-rasm. Uchfazali invertorni sozlash oynasi



3-rasm. Boshqaruv bloki parametrlarini sozlash oynasi

1.1 punktdagi aktiv va induktiv yuklamali ish jarayonida, keng-impulslı (широ́тно-импульсная модуляция) sinusoidal modulyatsiya bilan Simmetrik boshqariluvchi uch fazali (ko'prik) invertorni o'rganish bo'yicha ish virtual stendda olib boriladi(1-rasm). Uch fazali ko'prik tranzistorli inverter va blok iste'mol manbasi parametrlari o'qituvchi tomonidan beriladi. Mustaqil o'rganishda parametrlarni 1, 2, 3-rasmlarga mos ravishda berish lozim. Modellashtirish parametrlari Simulation/Configuration parameters dagidek beriladi.

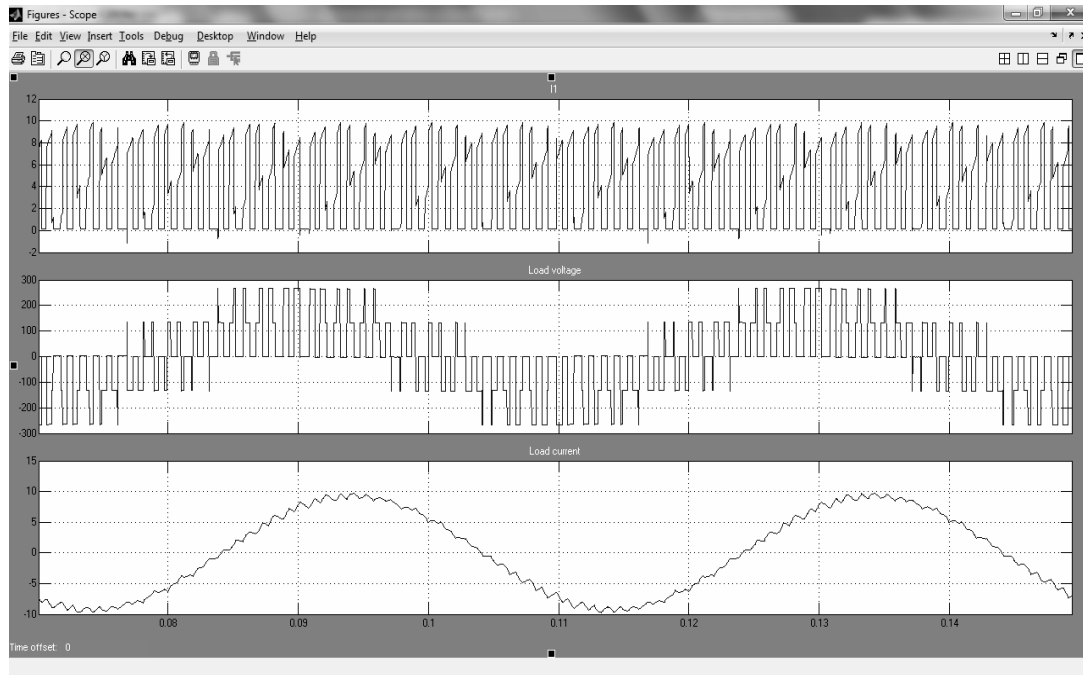
Tashqi xarakteristikalarini o'lchash vaqtida yuklamaning R_H va L_H parametrlari o'zgartirib boriladi. R_H qarshilik 10 dan 100 Om gacha bo'lgan oraliqda o'zgartiriladi va har bir R_H qiymat uchun L_H qiymat shunday hisoblanishi kerakki yuklama vaqti doimiysi T_H o'zgarmay qolsin,

$$\text{ya'ni } T_H = \frac{L_H}{R_H} = 0.01 \text{ sek.}$$

1-jadval

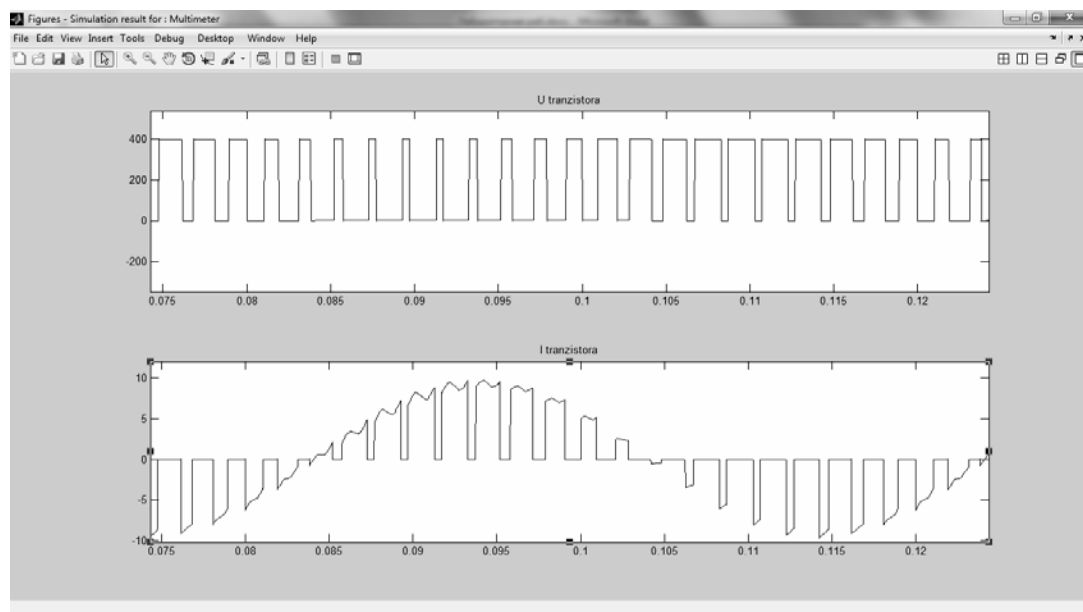
Berilgan		O'lchovlar						Hisoblar				
R_H	L_H	I_1	$U_H(1)_{\max}$	$I_H(1)_{\max}$	$\varphi_U \varphi_I$	I_{VT}	$I_{VT}(RMS)$	φ_H	$S_H(1)$	P_H	$P_H(1)$	P_{VT}
Om	Gn	A	V	A	Grad	A	A	Grad	A	Watt	Watt	Watt

Birinchi garmonik tok va kuchlanish yuklamadagi amplitudalari va ularning faza qiymatlari *Display1* orqali anqilanadi. Bu kattaliklarning oniy qiymatlarini Ossilloskop ekrani orqali kuzatish mumkin(4-rasm). *Display2* da yarimo'tkazgichli kuch modulidagi o'rtacha va ta'sir qiluvchi tok qiymati ko'rsatilgan.



4-rasm. Ta'minot toki, yuklama toki va inverter yuklamasidagi kuchlanish

Multimeter (5-rasm) grafik oynasida kuch modulining maksimal kuchlanishi va tokini kuzatish va o'lchash mumkin.



5-rasm. Kuch modulining kuchlanishi va toki

Tok va kuchlanishning birinchi garmonik tebranishidagi faza bo'yicha siljishini quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$\varphi_H = \varphi_U - \varphi_I$$

Birinchi garmonik tebranishdagi yuklamaning to'liq va aktiv quvvati quyidagicha topiladi:

$$P_H(1) = \frac{3U_H(1)_{\max} I_H(1)_{\max} \cos \varphi_H}{2}, \quad (B_T). \quad S_H(1) = \frac{3U_H(1)_{\max} I_H(1)_{\max}}{2}, \quad BA$$

Ta'minot manbasidan olingan quvvatni quyidagicha aniqlash mumkin.

$$P_1 = U_1 I_1, \quad (B_T).$$

Yarimo'tkazgichli kuch modulidagi quvvat isrofi formulasi quyida ko'rsatilgan:

$$P_T = [mV_f + (1-m)V_{fd} \frac{\cos \varphi - 1}{\cos \varphi + 1}] I_T + R_{0n} [I_T(RMS)]^2, \quad (B_T),$$

bu yerda V_f, V_{fd}, R_{0n} -kuch moduli parametrlari (2-rasm). $I_{VT}, I_{VT}(RMS)$ lar esa undagi o'rtacha mavjud bo'lgan tok (1-jadval).

Kuchlanish va yuklama modulyatsiyasi koeffitsiyenti qiymati boshqaruv blokini sozlash oynasidan keritiladi(3-rasm).

1-jadval natijasiga qarab quyidagilar quriladi:

*invertorning tashqi xarakteristikalar $U_H = f(I_H)$;

*Energetik xarakteristikalar $I_1, I_{VT}, I_{VT}(RMS) = f(I_H)$;

*invertorning energtik xarakteristikalar $S_1(1), P_1(1), P_{VT} = f(P_H)$

1.2 punkt bo'yicha Invertorning boshqarish xarakteristikalarini o'rganish, model (1-rasm) yuklamasi qarshiligining bir qiymati va modulyatsiya koeffitsiyentini 0 dan 1 V gacha 0,2 oraliq qadami bilan o'zgartirish orqali amalga oshiriladi. Modellashtirish modulyatsiya koeffitsiyentining har bir qiymatida amalga oshiriladi va 2-jadval to'ldiriladi.

2-jadval

O'lchovlar	
m	$U_H(B)$

Jadvaldagi qiymatlar asosida boshqarish xarakteristikasi quriladi:
 $U_H = f(m)$

Hisobot mazmuni:

1. Virtual stend sxemasi.

2. Asosiy xarakteristikalarini hisoblash uchun tushunchalar.
3. Ko'priknining boshqarish xarakteristikalarini.
4. Ish bo'yicha xulosalar.

6-LABORATORIYA ISHI

Uch bosqichli invertorning ish jarayonini o'rganish

Ishdan maqsad: Aktiv va induktiv yuklamali ish jarayonida, keng-impulslı (широ́тно-импульсная модуляция) sinusoidal modulyatsiya bilan Simmetrik boshqariluvchi uch bosqichli invertorni o'rganish.

1. Asosiy qism

1.1. Aktiv va induktiv yuklamali ish jarayonida, keng-impulslı (широ́тно-импульсная модуляция) sinusoidal modulyatsiya bilan Simmetrik boshqariluvchi uch bosqichli, bir yelkali invertorning toki va kuchlanishining garmonik chiqish koeffitsiyentini o'rganish.

1.2. Aktiv va induktiv yuklamali ish jarayonida, keng-impulslı (широ́тно-импульсная модуляция) sinusoidal modulyatsiya bilan Simmetrik boshqariluvchi uch fazali, uch bosqichli invertorni o'rganish.

2. Virtual laboratoriya stendi haqida ma'lumotlar

2.1-punkt bo'yicha tajribani amalga oshirish uchun virtual laboratoriya stendi 1-rasmda keltirilgan.

Stend quyidagilardan iborat:

- Umumiy tugunli o'zgaras tok kuchlanish manbai(240 V);
- Sezuvchan diod –*Clamped diode (Diode, diode1)*;
- To'rtta yarimo'tkazgichli kuch modullari(*VT1-VT4*);
- Aktiv-induktiv yuklama (*R,L*);
- Yuklamadagi oniy tokni o'lchovchi qurilma(*I Load*);
- Yuklamadagi oniy kuchlanishni o'lchaydigan qurilma(*U Load*);
- (*THD I*) yuklamadagi garmonik tok koeffitsiyentini o'lchash bloki va (*THD U*) yuklamadagi garmonik kuchlanish koeffitsiyentini o'lchash analogik bloki;
- Yuklamadagi oniy tok va kuchlanishni kuzatish(o'lchash) uchun blok(*Scope*);
- Yuklamadagi gamonik tok va kuchlanishni kuzatish(o'lchash) uchun blok(*Display*);

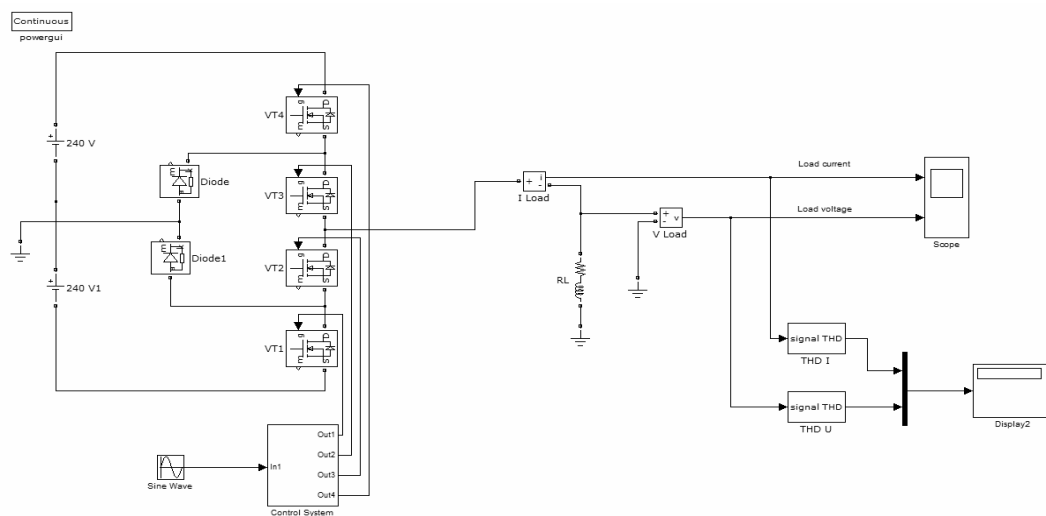
- Invertorni boshqarish bloki (**Control System**);
- Kirish(modulyatsiyalovchi) kuchlanish qiymatlarini berish bloki(**Sine Wave**);

Ushbu laboratoriya ishi oldingisidan boshqarish bloki va garmonik koeffitsiyentni o'lchash blokilari bilan farqlanadi.

Boshqaruv bloki modeli 2-rasmda keltirilgan.

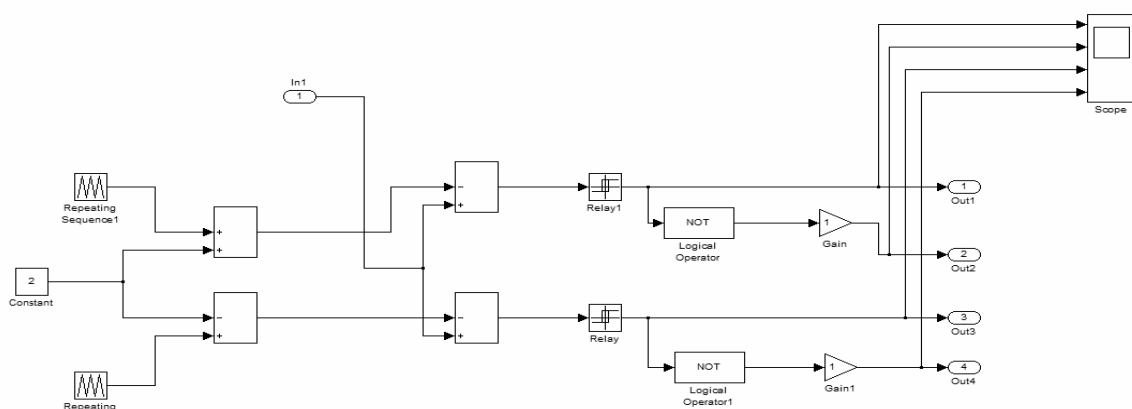
Bu yerda GTO chastotasi 500 Hz, arrasimon kuchlanish generator signali amplitudasi esa 2 V.

Garmonik koeffitsiyentni o'lchash bloki **SymPowerSystems/Extra Library/Measurements** kutubxonasi blokidir. Uning parametrlarini sozlash oynasi 3-rasmda keltirilgan.

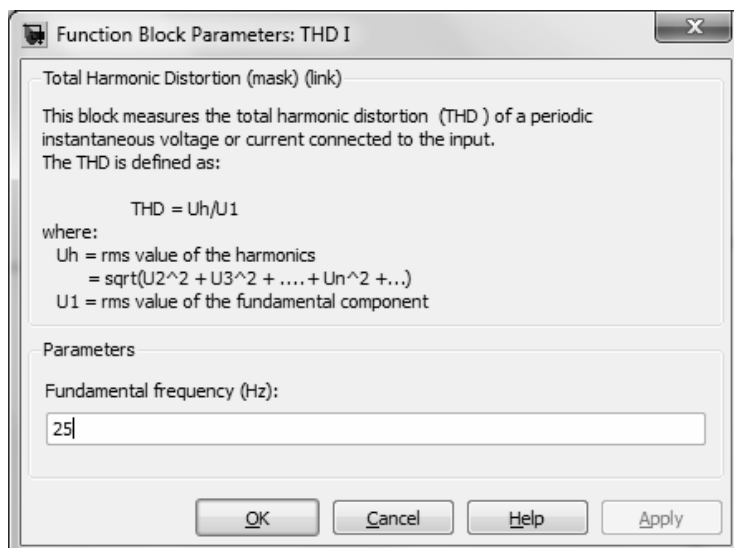


1-rasm. Bir fazali uch bosqichli inverter modeli

Sozlashlar qatoriga chastota kiritiladi va shu asosida o'lchash ishlari olib boriladi. Bu holatda chastota boshqaruv blokidan chiqayotdan modulyatsiyalovchi kuchlanish chastotasiga teng. (**Sine Wave** bloki).



2-rasm. Boshqaruv bloki modeli

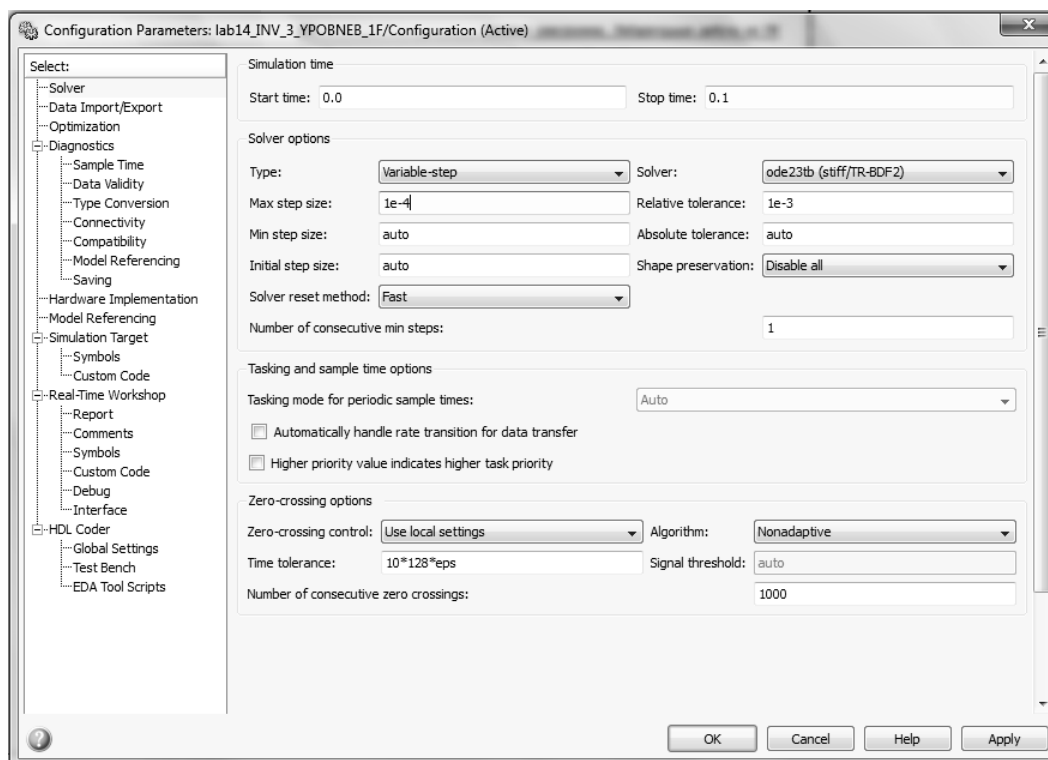


3-rasm. O'lganayotgan garmonik koeffitsiyentni sozlash oynasi

3. Ishni olib boorish tartibi

1.1-punktga ko'ra, aktiv va induktiv yuklamali ish jarayonida, keng-impulslı (широ́тно-импульсная модуляция) sinusoidal modulyatsiya bilan Simmetrik boshqariluvchi uch bosqichli, bir yelkali invertorning toki va kuchlanishining garmonik chiqish koeffitsiyentini o'rganish bo'yicha laboratoriya ishi virtual stendda olib boriladi (1-rasm).

Kuchlanish manbai, invertorning kuch modullari va uning bloklarini boshqarish parametrlari o'qituvchi tomonidan beriladi.



4-rasm. Modellashtirish parametrlarini sozlash oynasi

Garmonik koeffitsiyentni o'lchash vaqtida yuklamaning R_H parametri o'zgartirib boriladi, yuklamaning induktiv doimiysi esa $L_H=0.01$ Gn deb qabul qilinadi. R_H qarshilik 10 dan 100 Om gacha bo'lgan oraliqda o'zgartiriladi va har bir R_H qiymat uchun yuklamaning vaqti doimiysi T_H alohida hisoblanadi, $T_H = \frac{L_H}{R_H}$ sek

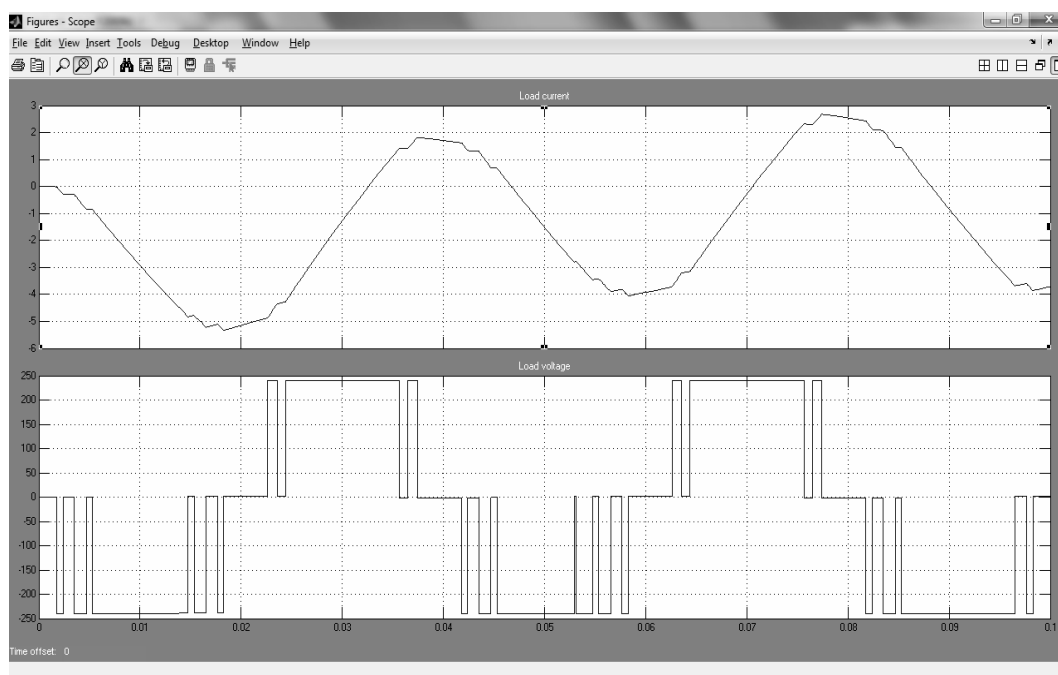
Modellashtirish qarshilikning har bir qiymati uchun olib boriladi va natijalari 1-jadvalga kiritiladi.

1-jadval.

Berilganlar	O'lchovlar		Hisoblar
$R_H(\text{Om})$	THD I	THD U	$T_H(\text{sek})$

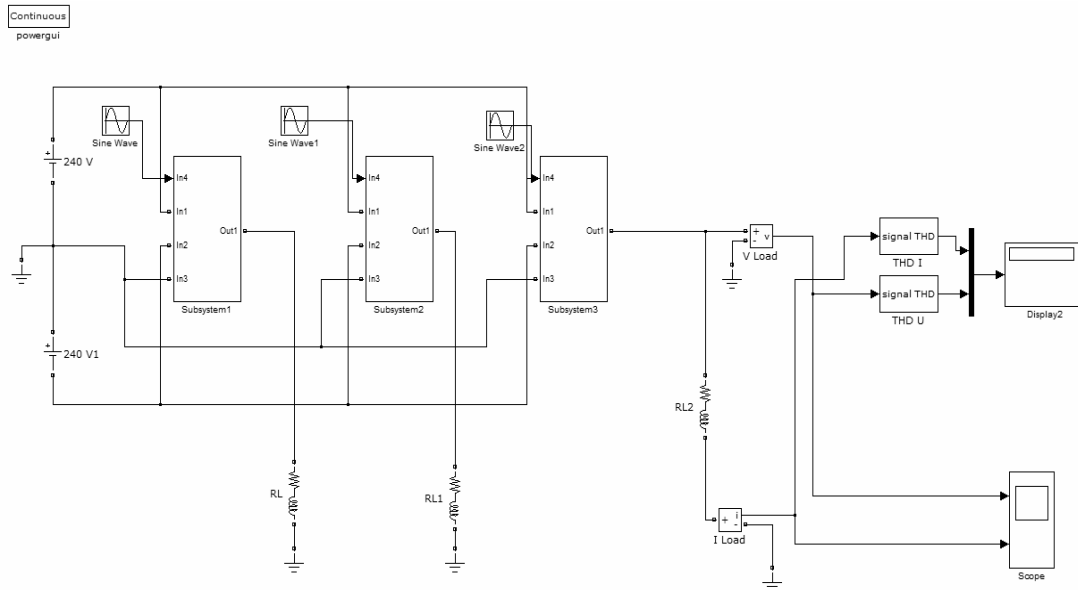
Yuklamadagi tok va kuchlanishning oniy qiymatlarini *Ossilloskop* ekrani orqali kuzatish mumkin(5-rasm).

1-jadvaldagi natijalarga qarab $THD I$, $THD U = f(T_H)$ bog'liqlik grafigi tuziladi.



5-rasm. Invertor chiqishidagi tok va kuchlanish

2.2-punkt bo'yicha, aktiv va induktiv yuklamali ish jarayonida, keng-impulslı (широ́тно-импульсная модуляция) sinusoidal modulyatsiya bilan Simmetrik boshqariluvchi uch bosqichli, bir yelkali invertorning toki va kuchlanishining garmonik chiqish koeffitsiyentini modelda o'rganish bo'yicha stend 6-rasmda keltirilgan.



6-rasm. Uch fazali uch bosqichli inverter modeli

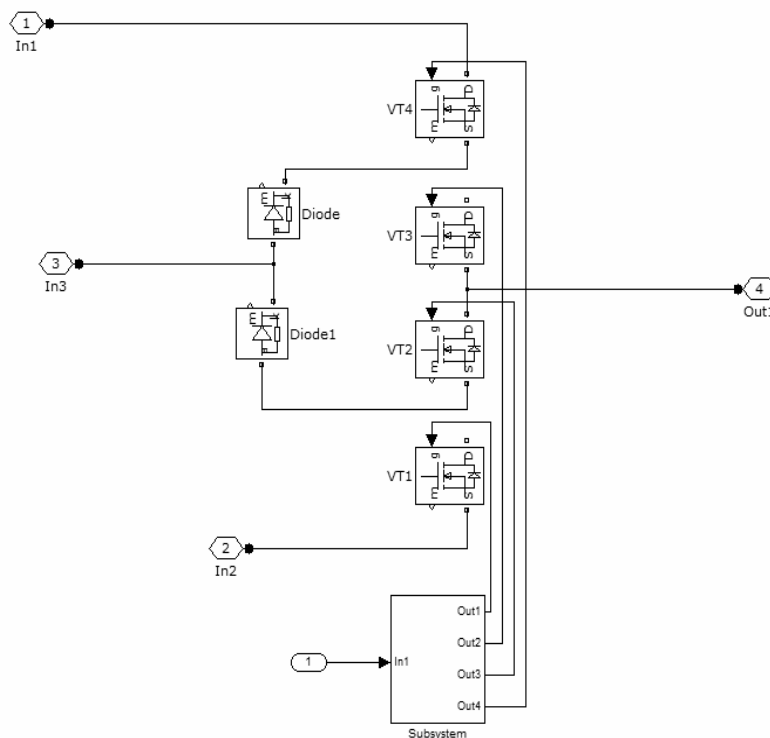
Uchfazali ko'prik inverter uchta yelkadan iborat, ular **Subsystem** blokida keltirilgan. **Subsystem** bloki tashkil etuvchilari 7-rasmda keltirilgan. Bloklarni boshqarish uchta modulyatsiya koeffitsiyenti kuchlanishni faza bo'yicha 120 gradusga o'zgartirish orqali amalga oshiriladi. (**Sine Wave**, **Sine Wavel**, **Sine Wave2** bloklari orqali).

Garmonik koeffitsiyentni o'rganish, yuklamadagi uchta R_H qarshiliklarini o'zgartirib, induktivliklarni esa o'zgarmas $L_H=0.01$ Gn deb qabul qilish orqali amalga oshiriladi.

R_H qarshilik 10 dan 100 Om gacha bo'lgan oraliqda o'zgartiriladi va har bir R_H qiymati uchun alohida yuklama vaqt doimiysi T_H hisoblanadi

$$T_H = \frac{L_H}{R_H}.$$

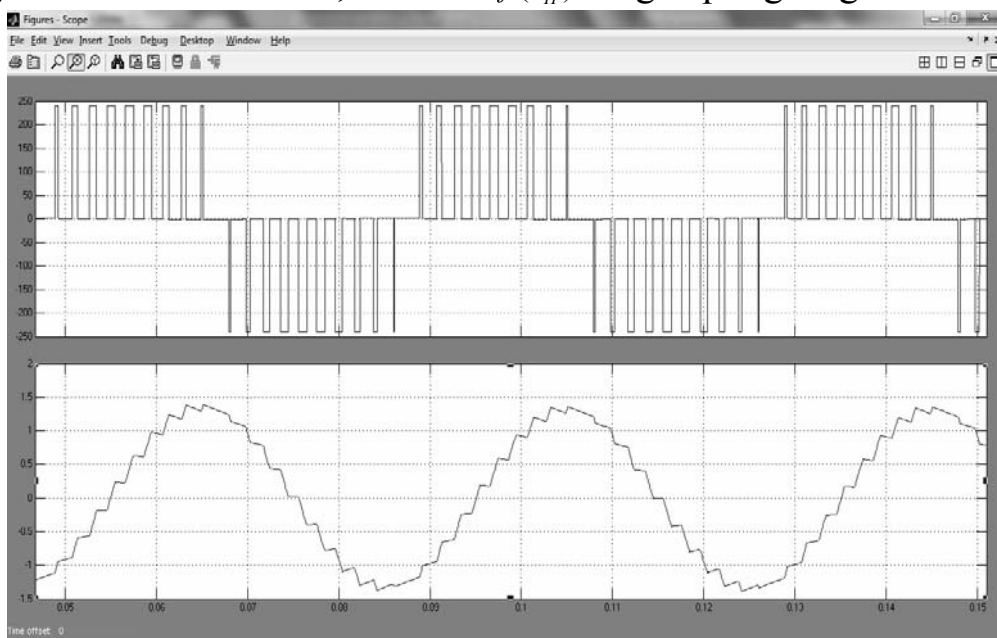
Modellashtirish qarshilikning har bir qiymati uchun olib boriladi. modellashtirish natijalari 1-analogik jadvaliga kiritiladi.



7-rasm. Subsystem bloke

Yuklamadagi tok va kuchlanishning oniy qiymatlarini *Ossilloskop* ning ekranida kuzatish mumkin(8-rasm).

1-jadval asosida THD I, THD $U = f(T_H)$.Bog'liqlik grafigi chiziladi.



8-rasm. Uch fazali uch yekali invertorning yuklama toki va kuchlanishi

Hisobot haqida ma'lumotlar

1. Virtual stend sxemasi.
2. Bir yekali uch bosqichli invertorning yuklamasi vaqt doimiysi va garmonik tok va kuchlanish koeffitsyenti orasidagi bog'liqlik grafigi.
3. Uch fazali uch bosqichli invertorning yuklamasi vaqt doimiysi va garmonik tok va kuchlanish koeffitsyenti orasidagi bog'liqlik grafigi.
4. Ish bo'yicha xulosalar.

Mundarija

1-laboratoriya ishi. O'zgaras tokdagi TEDni boshqarish sxemasini o'rganish.....	3
2-laboratoriya ishi. TEDni ravon boshqarish va qo'zg'atishni kamaytirish sxemalarini o'rganish.....	6
3-laboratoriya ishi. Bir fazali ikki yarimdavrlı o'zgartgich ishini o'rganish.....	10
4-laboratoriya ishi. Bir fazali ikkiyarimdavrlı boshqariluvchi o'zgartgich ishini o'rganish.....	19
5-laboratoriya ishi. Simmetrik boshqariluvchi uch fazali (ko'prik) invertorni o'rganish	26
6-laboratoriya ishi. Uch bosqichli invertorning ish jarayonini o'rganish.....	31

Bepul tarqatiladi	Muharrir:	Z.D.Inogamova
Nashrga ruhsat etildi 16.12.2013		Hajmi 2,2 b. t.
Qog'oz bichimi 60×84/16	Adadi 35 nusxa	Buyurtma № 13-7/2013
ToshTYMI bosmaxonasi	Toshkent sh., Odilxo'jayev ko'chasi, 1	