

ЎЗБЕКИСТОН АЛОҚА ВА АХБОРОТЛАШТИРИШ АГЕНТЛИГИ
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

Ҳимояга рухсат
Кафедра мудири

«_____» _____ 2010 й.

**Товуш частотаси кучайтиргичи учун икки каналли икки
қутбли электр таъминоти манбаи** _____ мавзуида

МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ

Битирувчи _____ **Ибрагимов А.Х.**
(имзо) (Фамилия)

Раҳбар _____ **Абдуллаева С.М.**
(имзо) (Фамилия)

Такризчи _____
(имзо) (Фамилия)

ММҚ ва ТХ
бўйича маслаҳатчи _____ **Алиев У.Т.**
(имзо) (фамилия)

ЎЗБЕКИСТОН АЛОҚА ВА АХБОРОТЛАШТИРИШ АГЕНТЛИГИ
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ

_____ РРТ _____ факультети _____ ТВ ва РЭ _____ кафедраси
Йўналиш _____ РРТ _____ - 5522000 _____

ТАСДИҚЛАЙМАН

Кафедра мудири _____

<<_____>> _____ 2010 й.

Талаба

Абдуллаев Абдурауф Хидировичнинг

(фамилияси, исми, отасининг исми)

Товуш частотаси кучайтиргичи учун икки каналли икки кутбли электр таъминоти манбаи мавзuidaги малакавий битирув ишига

ТОПШИРИҚ

1. Мавзу университетнинг **2009 йил 28 декабрдаги № 1002-08** сонли буйруғи билан тасдиқланган.
2. Ишни ҳимояга топшириш муддати **25.05.10 й.**
3. Ишга оид дастлабки маълумотлар **$U_{ю1} = \pm 24 \text{ В}$, $U_{ю2} = \pm 12 \text{ В}$; $I_{ю1} = 1,5 \text{ А}$, $I_{ю2} = 0,5 \text{ А}$.**
4. Ҳисоблаш-тушунтириш ёзмалар мазмуни (ишлаб чиқиладиган масалалар рўйхати) **Кириш. 1.Электр таъминоти манбаларининг умумий тафсифлари. 2. Электр таъминоти манбалари ўзгартиргичлари 3. Электр таъминоти манбаининг тўзилиш схемасини ишлаб чиқиш 4. Электр таъминоти манбаининг принципиал схемасини ишлаб чиқиш ва ҳисоблаш 5. Ишончликни ҳисоблаш. 6. Меҳнатни муҳофаза қилиш ва техника хавфсизлиги. Хулоса.**
5. График материаллар рўйхати **Демонстрацион слайдлар.**
6. Топшириқ берилган сана **25.12.09 й.**

Рахбар _____

(имзо)

Топшириқ олдим _____

(имзо)

7. Ишнинг айрим бўлимлари бўйича маслаҳатчилар:

Бўлим номи	Маслаҳатчи	Имзо, сана	
		Топшириқ берилди	Топшириқ олдим
1 – 5 бўлимлар	Абдуллаева С.М.	25.12.09 й.	25.12.09 й..
6 - бўлим	Қадиров Ф.М.	30.01.10 й.	30.01.10 й.

8. Ишни бажариш графиги

№	Бўлим номи	Бажариш муддати	Раҳбар (маслаҳатчи) имзоси
1.	Кириш	30.01.10 й.	
2.	Электр таъминоти манбаларининг умумий тафсифлари	15.02.10 й.	
3.	Электр таъминоти манбалари ўзгартиргичлари	30.02.10 й.	
4.	Электр таъминоти манбаининг тузилиш схемасини ишлаб чиқиш	15.03.10 й.	
5.	Электр таъминоти манбаининг принципиал схемасини ишлаб чиқиш ва ҳисоблаш	30.03.10 й.	
6.	Ишончлиликни ҳисоблаш	30.04.10 й.	
7.	Меҳнатни муҳофаза қилиш ва техника хавфсизлиги	15.05.10 й.	
8.	Хулоса	25.05.10 й.	

Битирувчи _____ <<_25_>>_05_2010 й.

Имзо

Раҳбар _____ <<_25_>>_05_2010 й.

Имзо

АННОТАЦИЯ

Ушбу битирув малакавий ишида товуш частотаси кучайтиргичи учун икки каналли икки кутбли электр таъминоти манбаи ишлаб чиқилган.

Мавжуд электр таъминоти манбалари кўриб чиқилган. Таъминот манбаининг тузилиш ва принципил схемалари ишлаб чиқилган, асосий қисмларини ҳисоблаш ўтказилган.

Ишончлилиқ ҳисоби амалга оширилган, шунингдек меҳнатни муҳофаза қилиш ва техника хавфсизлиги масалалари кўриб чиқилган.

АННОТАЦИЯ

В данной выпускной квалификационной работе разработан двухканальный двухполярный источник электропитания для усилителя звуковой частоты.

Рассмотрены существующие источники электропитания. Разработаны структурная и принципиальная схема источника питания, выбрана элементная база и произведен расчет основных узлов.

Произведен расчет надежности, а также рассмотрены вопросы охраны труда и техники безопасности.

SUMMARY

In given exhaust qualification work is designed pulsed power source for amplifier of the powers of the sound frequency.

The separate nodes of the sources power sources are Considered. It Is Designed structured and principle scheme power source, is chose element base and is made calculation of the main nodes.

The Maded calculation to reliability, as well as considered questions labour guard and safety.

МУНДАРИЖА

КИРИШ.....	
1. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИНИНГ УМУМИЙ ТАВСИФЛАРИ.....	
1.1. Электр таъминоти манбаларига кўйиладиган талаблар.....	
1.2. Электр таъминоти манбаларининг синфларга бўлиниши.....	
1.3. Электр таъминоти манбаларининг параметрлари.....	
1.4. Ишлатиш жараёнлари шароитларининг электр таъминоти манбаларига таъсири.....	
1.4. Электр таъминоти манбаларининг энергия тизими билан электромагнит мослашувчанлиги.....	
2. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИ ЎЗГАРТИРГИЧЛАРИ.....	
2.1. Ўзгартиргичлар турлари.....	
2.2. Бир тактли ўзгартиргичлар.....	
2.3. Икки тактли ўзгартиргичлар.....	
2.4. Ўзгартиргич инверторларининг бошқариш занжирлари схемалари.....	
2.5. Кучланиш ўзгартиргичлари асосидаги импульсли электр таъминоти манбалари.....	
3. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ МАНБАИНИНГ ТУЗИЛИШ СХЕМАСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ.....	
4. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ МАНБАИНИНГ ПРИНЦИПИАЛ СХЕМАСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА ҲИСОБЛАШ.....	
4.1. Тармоқ кучланиши тўғрилагичи ва паст частотали филтёр.....	
4.2. Юқори частотали куч трансформатори.....	
4.3. Коммутатор.....	
4.4. Чиқиш тўғрилагичлари.....	
4.5. Бошқариш қурилмаси.....	

4.6.	Демпфирловчи занжир.....
5.	ИШОНЧЛИЛИКНИ ҲИСОБЛАШ.....
6.	МЕҲНАТНИ МУҲОФАЗА ҚИЛИШ ВА ТЕХНИКА ХАВФСИЗЛИГИ.....
6.1.	Электр токи, электромагнит нурланишларнинг организмга таъсири ва уларда ҳимояланиш.....
6.2.	Электр токидан жароҳатланганда биринчи ёрдамни кўрсатиш.....
	ХУЛОСА.....
	АДАБИЁТЛАР.....
	ИЛОВА.....

КИРИШ

Ҳозирги кунда Ўзбекистон Республикасида инқирозга қарши дастур комплекс тадбирлари ўтказилмоқда. Дастурнинг назарий асоси Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози, Ўзбекистон шароитида уни бартараф этишнинг йўллари ва чоралари” китоби ҳисобланилади. Бунда корхоналарни техник ва технологик қайта жиҳозланиши, янги технологияларни кенг жорий этилишини модернизациялаш амалга оширилиши кўриб чиқилган. Ишлаб чиқаришда техник ва технологик қайта жиҳозлаш, қабул қилинган соҳавий модернизациялаш дастурларининг ишлатилишини тезлаштириш масалалари қўйилади [1].

Техник қайта жиҳозлаш ва модернизациялаш жараёнларига радиотехник тизимлар қисимлари ва қурилмаларини ишлаб чиқиш ҳам киради. Улар бундай тизимларнинг функционал ва хизмат кўрсатиш имкониятларини кенгайтириш, массогабарит кўрсаткичларни камайтириш, уларнинг ишлаш ишончилигини оширишга имкон беради.

Ушбу битирув малакавий ишининг вазифаси товуш частотаси кучайтиргичи учун икки каналли икки қутбли электр таъминоти манбаи ишлаб чиқиш ҳисобланди. Бу жаҳон молиявий-иқтисодий инқирози шароитида электр энергиясини тежашга имкон беради.

Кейинги йилларда радиоэлектроника воситалари кескин ривожланмоқда. Ҳозирги вақтга келиб янги рақамли радио ва телевизион станциялар, мобил алоқа тизимлари, кўп каналли зичлаштириш тизимлари, маълумотларни узатиш тизимлари ва бошқалар жорий этилган, ахборотларни узатиш эса ернинг сунъий йўлдошлари орқали ҳам амалга оширилмоқда.

Электр таъминоти манбалари алоқа аппаратураларини сифатли ва ишончли электр энергияси билан таъминлайдиган электр энергияси ўзгартиргичларининг турли қурилмаларини ўзига бирлаштиради. Компьютер тизимлари, ўлчов асбоблари, радиоэлектроника қурилмалари ва тизимларининг таркибий қисми ҳисобланган электр таъминоти манбалари (ЭТМ) уларнинг

ишлаш ишончилигини, материаллар сарфини ва бошқа қатор техник-иктисодий кўрсаткичларини белгилайди. Йирик радиоэлектроника тизимлари электр таъминоти қурилмаларининг ҳаражатлари улуши умумий ҳаражатларнинг 40 фоизларига етади, бундан ташқари, радиоэлектроника қурилмаларининг ҳажми ва массаси ҳам ЭТМлар кўрсаткичлари орқали аниқланади. Радиоэлектроника қурилмалари томонидан ЭТМларга қўйиладиган талаблар узлуксиз ортиб бормоқда.

Радиоэлектроника қурилмаларнинг кўп қисми асосан ўзгармас ток энергиясини истеъмол қилади. Турли қийматлардаги (номиналлардаги) ўзгармас ток кучланишини олиш учун ўзгарувчан ток асосан тўғрилаш қурилмалари ёрдамида тўғриланади. ЭТМлар кенг қувватлар диапазонларида имкони борича юқори фойдали иш коэффицентига ва тўғриланган кучланишнинг кичик пульсациясига эга бўлиши, турли иш режимларида кучланишнинг юқори стабиллигини таъминлаши керак. Шунинг учун ЭТМлар таркибига асосан, тўғрилагичлар билан бирга, силлиқловчи филтрлар, маълум даражадаги аниқликдаги чиқиш кучланишлари ва тоқларини стабиллигини таъминлайдиган стабилизаторлар ва зарур чегараларда чиқиш кучланишлари ва тоқларини ўзгартиришни таъминлайдиган ўзгартиргичлар киради.

Радиоэлектроника қурилмаларини узлуксиз электр энергияси билан таъминлашда (асосий тармоқдан захира тармоққа ўтишда) электр аккумуляторлар кенг қўлланилади. Бу ҳолда турли номиналлардаги кучланишлар юқори ўзгартириш частотали ўзгартиргичлар ёрдамида олинади. Радиоэлектроника соҳасига интеграл микросхемаларнинг жорий этилиши эса электр таъминоти манбаларининг истеъмол қуввати, ҳажми ва массасининг кескин камайишиги олиб келмоқда.

Радиоэлектроника қурилмаларининг электр таъминоти мураккаблиги куч электроникаси элементлари базаси ва компонентларининг тараққиёти билан белгиланади. Бундан ташқари, замонавий элементлар базасини қўлланилишининг ўзига хос хусусиятлари янги схемотехник ечимлар асосида янада сифатли қурилмаларнинг яратилиши имкониятини бермоқда.

Шунинг учун битирув малакавий ишида товуш частотаси кучайтиргичи учун икки каналли икки қутбли электр таъминоти манбаи ишлаб чиқилади

1. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИНИНГ УМУМИЙ ТАВСИФЛАРИ

1.1. Электр таъминоти манбаларига қўйиладиган талаблар

Радиоэлектроника қурилмаларининг электр таъминоти бирламчи электр таъминоти тармоғига уланган ва унинг ўзгарувчан кучланишини радиоэлектроника қурилмаларининг берилган режимларда нормал ишлашини таъминлайдиган турли номиналлардаги ўзгарувчан ёки ўзгармас ток кучланишларига ўзгартириб берадиган электр таъминоти манбалари орқали амалга оширилади. Бу вазифаларни бажариш учун электр таъминоти манбалари таркибига таъминот манбаи билан бирга уларнинг ишлашини таъминлайдиган қатор қўшимча қурилмалар киради.

ЭТМни ҳисоблашда ва лойиҳалаштиришда кириш электр энергиясининг қуйидаги асосий тавсифлари эътиборга олинади:

- ўзгарувчан ток тармоғи номинал кучланиши U_T (В);
- ўзгарувчан ток тармоғи номинал кучланишининг чегаравий оғиш қийматлари $U_{T,max}$ ва $U_{T,min}$, ёки тармоқ кучланишининг нисбий ўзгариши: оширилган томонга

$$\alpha_T = \frac{U_{T,max} - U_T}{U_T}, \quad (1.1)$$

камайтирилган томонга

$$\beta_T = \frac{U_T - U_{T,min}}{U_T}, \quad (1.2)$$

- кириш кучланишининг амплитудаси U_{tm} (В) ва давомийлиги (с);
- таъминот тармоғининг частотаси f_T (Гц) ва унинг ўзгариши $f_{T,max}$ ва $f_{T,min}$;
- ўзгарувчан ток тармоғи фазалари сони;

- кириш синусоидал кучланиши эгрилик шаклининг бузилиши. Бу истеъмо­л токи эгрилигида юқори гармоникалар мавжудлигини билдиради ва шаклнинг бузилиш коэффи­циенти k_{ϕ} (%) орқали характерланади. k_{ϕ} коэффи­циент тармоқ токи биринчи ($I_{Г1}$) гармоникасининг таъминот манбаи тармоқдан истеъ­мол токининг таъсир этувчи ($I_{Г.ТЭК}$) қийматига нисбати орқали аниқланади:

$$k_{\phi} = \frac{I_{Г1}}{I_{Г.ТЭК}} \cdot 100\%, \quad (1.3)$$

Синусоидал кучланиш ва токда $k_{\phi} = 1$ бўлади. Ҳисоблашларда агар эгрилик шаклининг бузилишлари 6...7 фоизлардан ошмаса, тармоқ кириш кучланишини синусоидал ҳисоблаш мумкин.

- тармоқ таъминот кучланиши сатҳи ва модуляция частотаси. Бу параметрни оширилган частоталарда ишлайдиган

- ЭТМларда силлиқловчи филтрларни ҳисоблашда эътиборга олиш зарур. Паст частотали модуляциянинг сатҳи 0,5...1 фоизларга, частота эса $n/60$ тенг. Бунда n –генераторнинг айланиш частотаси.

- кириш таъминот шиналари бўйича ҳалақитлар қиймати. Синусоидал ҳалақитлар тармоқ кучланишининг 1...3 фоизларини ташкил қилади, ҳалақитлар частоталари эса 50 Гцдан 150 кГцларгача бўлиши мумкин. Импульсли ҳалақитлар тармоқ кучланишининг 5...10 фоизларини ташкил қилади, импульслар узунликлари 1...10 мксдан 100 мсгача, такрорланиш частоталари эса 1 кГцдан 10 кГцларгача бўлиши мумкин. Бу ҳалақитлар кириш ва чиқиш филтрларини танлашда ва ҳисоблашда эътиборга олиниши зарур.

ЭТМни ҳисоблашда ва лойиҳалаштиришда қуйидаги электр талаблар қўйилади:

- Ўзгармас ток чиқиш номинал кучланишининг қийматлари ва уларнинг вольтлардаги ўрнатиш аниқлиги қуйидаги қатордан танланади: 0,25; 0,4; 0,6; 1,2; 2,4; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 (6,3); 9,0 (10); 12,0 (12,6); 15; 20; 24; 27; 30; 40; 48; 60; 80; 100 (125); 150; 200; 250 (300); 400 (500); 600; 800; 1000; 1250; 1500; 2000; 2500; 3000; 4000; 5000; 6000; 8000; 10000; 12000; 15000; 20000; 25000.

Ўзгарувчан ток чиқиш номинал кучланишининг қийматларининг таъсир этувчи вольтлардаги қийматлари қуйидаги қатордан танланади: 1,2; 2,4; 3,15; 5,0; 6,0 (6,3); 12,0 (12,6); 15; 24; 27; 36; 40; 48; 60; 80; 100 (115); 127; 200; 220; 380.

Қавслар ичида кўрсатилган кучланишлар қўлланилишга тавсия этилмайди. Зарурат бўлганида уларнинг қўлланилиши ўрнатилган тартиб билан мувофиқлаштирилади.

Чиқиш кучланишининг номинал қиймати лойиҳалаштириладиган аппаратура элементлар базаси орқали аниқланади ва кам сонли номинал кучланишлар билан чекланади. Масалан, интеграл микросхемалардаги (аналог ва рақамли микросхемалардаги) аппаратуралар учун 5, 6, 9, 12, 15 Вли кучланишлар ишлатилади. Компьютерлар чиқиш ва қўшимча қурилмалари, шунингдек, транзисторлардаги аппаратураларнинг баъзи турлари учун бу қатор 20, 27, 40 Вли кучланишлар билан тўлдирилади.

Номинал кучланишни ўрнатиш аниқлигига рухсат этиш элементлар базаси ва аппаратура чиқиш параметрларига талаблар орқали аниқланади.

- Таъминот кучланишининг ҳар бир чиқиш занжири бўйича юклама токининг қиймати ва унинг иш жараёнида ўзгариши. Ток импульсли истеъмол қилинаётганда унинг қуйидаги параметрлари кўрсатилади: импульс давомийлигининг амплитудаси, фронтнинг давомийлиги, импульснинг такрорланиш частотаси. Кенг қўлланишдаги унификацияланган ЭТМлар учун номинал ток қийматлари стандарт бўйича ўрнатилган қатордан танланади. Хусусий қўлланишлардаги ЭТМлар учун ҳар бир занжир бўйича юклама токининг қиймати техник топшириқ орқали аниқланади.

- Ўзгармас ток чиқиш кучланишларининг ўзгарувчан ташкил этувчиси (пульсацияси) номинал кучланишнинг фоизларида ёки абсолют қийматларда берилади. Бунда пульсация таъсир этувчи, амплитудавий ёки иккиланган (юқори нуқтадан юқори нуқтагача) амплитуда бўйича қандай қийматларда ўлчанаётгани кўрсатилиши керак. Бу талаб юқори частотали импульсли энергияни ўзгартиришли, импульсли бошқаришли ёки тиристорли бошқариладиган тўғрилагичли замонавий ЭТМлар учун қўйилади. Бунда пульсация кўриниши остида унинг қуйидаги учта ташкил этувчиси яширинади: асосий частотага

каррали бўлган тўғриланган кучланишнинг пульсацияси, кенг частоталар спектрли шовкинлар, шунингдек, қисқа чўққисимон ўзгаришлар.

Ўзгармас ток чиқиш кучланишларининг пульсация коэффициентлари аппаратура талаблари орқали аниқланади ва қуйидаги қатор орқали берилади: 0,01; 0,02; 0,03; 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 1; 2; 3; 5 %.

Барча ностабилловчи омиллар таъсир қилганида чиқиш кучланишининг йиғинди ностабиллиги номинал кучланишнинг фоизларида берилади: 0,1; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0; 10,0 %. ЭТМ параметрларини назорат қилиш учун уларни тайёрлаш ва синаш жараёнларида чиқиш кучланишларининг хусусий ностабилликлари берилади:

- Кучланиш бўйича ностабиллик – ўзгармайдиган токда тармоқ кириш таъминот кучланишининг берилган ўзгариши чегараларида чиқиш кучланишининг рухсат этиладиган ўзгариши. Бунда тармоқ кучланишининг ўзгариш характери (аста – секин ёки сакрашсимон) кўрсатилади.

- Ток бўйича ностабиллик – тармоқ кириш таъминот кучланиши ўзгармаганида ва юклама токининг берилган ўзгариш чегараларида чиқиш кучланишининг рухсат этиладиган ўзгариши. Бу параметр ток секин ўзгарганида ЭТМнинг ички қаршилигини аниқлайди. Импульсли истеъмол токида рухсат этиладиган динамик ички қаршилик ёки частотавий тавсиф кўрсатилади.

- Ҳарорат бўйича ностабиллик – атроф–муҳит ҳароратининг берилган берилган ўзгариш чегараларида чиқиш кучланишининг рухсат этиладиган ўзгариши. Одатда, ҳарорат бўйича ностабиллик кучланиш ва ток бўйича ностабилликлар билан биргаликда берилади.

Чиқиш ўзгармас кучланишларининг ностабилликлари ва пульсациялари ЭТМнинг ҳажм ва масса тавсифларига сезиларли таъсир кўрсатадиган муҳим параметрлар ҳисобланади. Бинобарин, уларни амалга ошириш учун кўп сонли элементлар ва мураккаб схемотехник ечимлар талаб қилинади. Мисол сифатида 1.1 – жадвалда баъзи турдаги электр қурилмалар учун истеъмол қилинадиган энергия сифатига намунавий талаблар келтирилган.

- ЭТМнинг фойдали иш коэффициенти ёки турли иш режимларида (узлуксиз ёки импульсли) бирламчи энергия манбаидан истеъмол қилинадиган қувват.

ФИКнинг қиймати чиқиш кучланиши ва қувватининг сатҳи, ростлаш услуги ва талаб қилинадиган аниқлик, кириш таъминот манбаидан гальваник ажратиш ва бошқалар каби қатор омилларга боғлиқ.

- Чиқиш таъминот занжирларини кириш электр энергияси манбалари шиналаридан гальваник ажратиш.

- Ўзгартириш частотаси, унинг танланиши бўйича чеклаш, берилган чегараларда ўзгартириш частотасини ростлаш зарурати ва унинг ташқи такт генератори ёки қўшни таъминот манбаи (статик ўзгартиргичли ЭТМлар учун) орқали синхронизациялаш имконияти.

1.1– жадвал

Таъминот кучланишларига қўйиладиган талаблар

Қурилма тури	Кучланиш, В	Истъемол токи тури	Ностабиллик	Пульсация, % (амплитудавий)
Радиоэлектроника қурилмалари	24	Ўзгармас	1–3	0,1–1
	48	Ўзгармас	1–3	0,1–1
	60	Ўзгармас	1–3	0,1–1
Радио қабул қилиш қурилмалари.				
Кириш каскадлари	5; 6	Ўзгармас	3–5	0,01–0,1
Оралиқ частота кучайтиргичи	6	Ўзгармас	3–5	0,5–1,0
Чиқиш каскадлари	12; 15	Ўзгармас	5–10	0,5–1,0
Компьютер қурилмалари.				
Доимий хотира қурилмаси	5; 9	Импульсли	5–7	1,0–2,0
Маълумотларни акслантириш қурилмалари	5; 12	Импульсли	7–10	1,0–2,0
Қўшимча қурилмалар	20; 27	Импульсли	10	1,0–2,0
Автоматика ва телемеханика қурилмалари	5,6; ±15	Ўзгармас	5–10	1,0–2,0
Операцион кучайтиргичлар	±15	Ўзгармас	10	0,5–1,0

- Чиқиш кучланишининг ортишидан истъемолчини электр ҳимоялаш, таъминот кучланишининг рухсат этиладиган ортиш сатҳи.

- Таъминот манбаини ўта юкланишлардан ва юкламадаги қисқа туташувлардан электр ҳимоялаш, ўта юкланишлар ва юкламадаги қисқа туташувлар олиб ташланганда таъминот манбаининг иш қобилиятини автоматик қайта тикланиши.

Ўзгарувчан чиқиш токли таъминот манбалари учун уларнинг ишини белгиловчи қўшимча талаблар кўрсатилади:

- чиқиш кучланишининг стабилланиш хусусияти характери ўзгарувчан кучланишнинг қайси қиймати (таъсир этувчи, ўртача ва амплитудавий) бўйича ростлаш амалга оширилиши кераклиги;

- чиқиш кучланиши эгрилик шаклининг рухсат этиладиган бузилиши;

- юклама характери ва унинг қувват коэффиценти.

1.2. Электр таъминоти манбаларининг синфларга бўлиниши

Радиоэлектрон қурилмаларнинг электр таъминоти манбалари вазифасига кўра кириш кучланишини сатҳини ўзгартириш, тўғрилаш, инверторлаш, стабиллаш, филтрлаш, ҳимоялаш ёки бу функцияларнинг биргаликда ишлатилишини таъминлайди. Вазифаларнинг турлилиги, ишлатилиш шароитлари ва телекоммуникацион қурилмаларнинг кенг диапазонли параметрли эканлиги учун ЭТМлар ўз параметрларини кенг диапазонларда таъминлаши керак [6]. Шунинг учун ЭТМларни қуйидаги асосий хусусиятлари бўйича синфларга бўлиш мақсадга мувофиқ:

- Кириш электр энергиясининг тури бўйича: ўзгарувчан ток тармоғидан ишлайдиган; ўзгармас ток тармоғидан ишлайдиган; ўзгарувчан ва ўзгармас ток тармоқларидан ишлайдиган.

- Чиқиш қуввати бўйича: микро қувватли ($P_{\text{чик}} \leq 1$ Вт); кичик қувватли ($P_{\text{чик}}=1...10$ Вт); ўртача қувватли ($P_{\text{чик}}=10...100$ Вт); оширилган қувватли ($P_{\text{чик}}=100...1000$ Вт); катта қувватли ($P_{\text{чик}} \geq 1000$ Вт). Қабул қилиш ва узатиш, оптика қурилмалари, технологик қурилмалар учун 1 кВтдан 1000 кВтгача чиқиш қувватли таъминот манбалари алоҳида гуруҳни ташкил этади.

- Чиқиш электр энергиясининг тури бўйича: ўзгарувчан чиқиш кучланишли; ўзгармас чиқиш кучланишли; аралаш ўзгарувчан чиқиш ва ўзгармас кучланишили.

- Чиқиш кучланишининг номинал қиймати бўйича: кичик ($U_{\text{ЧИҚ}} < 100 \text{ В}$); оширилган ($U_{\text{ЧИҚ}} = 100 \dots 1000 \text{ В}$); юқори ($U_{\text{ЧИҚ}} > 100 \text{ В}$). Чиқиш кучланиши 1000 Вдан катта бўлган электр таъминоти манбаларини юқори вольтли электр таъминоти манбалари деб аташ қабул қилинган. Бундай таъминот манбалари одатда, радиоузатиш қурилмаларида қўлланилади.

- Чиқиш кучланишининг ўзгармаслиги даражаси бўйича: стабилламайдиган ва стабиллайдиган. Стабиллайдиган ЭТМлар таъсир этувчи омиллар (кириш кучланишининг, юклама токиннинг, атроф–муҳит ҳароратининг ўзгариши ва ҳ.к.) таъсир этганида чиқиш кучланишини берилган аниқликда ўзгармаслигини таъминлайди. Улар ўз таркибида функционал қисм сифатида йиғилган бўлиши мумкин бўлган кучланиш ЭТМига эга бўлади.

- Номинал чиқиш кучланишининг рухсат этиладиган оғиши бўйича: паст аниқликдаги ($> 5 \%$); ўртача аниқликдаги ($1 \dots 5 \%$); юқори аниқликдаги ($0,1 \dots 1 \%$); ($1 \dots 5 \%$); ўта аниқликдаги ($< 0,1 \%$).

- Ўзгармас ток чиқиш кучланиши пульсациясининг (ўзгарувчан ташкил этувчисининг) сатҳи бўйича: паст сатҳ ($< 0,1 \%$); ўртача сатҳ ($0,1 \dots 1 \%$); юқори сатҳ ($> 5 \%$).

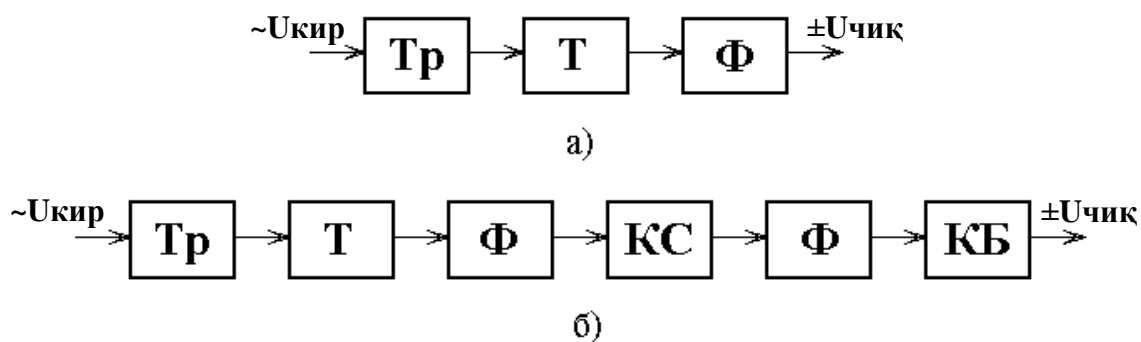
- Чиқишлари сони бўйича: бир каналли (битта чиқиш); кўп каналли (икки ва ундан ортиқ чиқишлар).

- Кучланишни стабиллаш услуби бўйича: узлуксиз (чизиқли) ва импульсли.

ЭТМнинг тузилиш схемаси кириш ва чиқиш параметрлари орқали аниқланади. ЭТМнинг тузилиш схемаси трансформатор (Тр), тўғрилагич (Т), силлиқловчи филтър (Ф), кучланиш стабилизаторлари (КС), чиқиш кучланиши бўлгичи (КБ), ҳалақитларни сўндириш филтври (ХСФ), инвертор (И) ва ростловчи инверторлардан (РИ) ташкил топади.

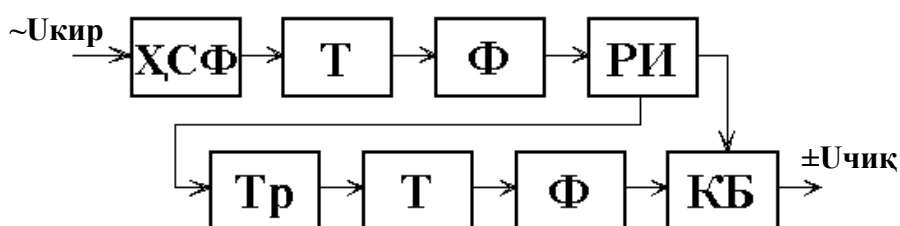
ЭТМ киришидаги трансформатор (1.1а,б–расмлар) электр таъминоти тизими токи частотасига мувофиқ ҳисобланади. Бундай схемалар кичик чиқиш

куватларида қўлланилади, чунки трансформатор тармоқ токи частотасида ишлаганида катта ҳажмга ва массага эга бўлади.

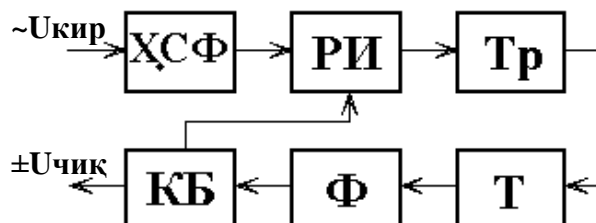


1.1–расм. Трансформаторли киришли ЭТМлар тузилиш схемалари

1.2...1.4–расмларда тасвирланган схемаларда тармоқдан ЭТМга ва ЭТМдан тармоққа ўтишда кириш занжирларидаги юқори частотали ҳалақитларни сўндирадиган ҲСФлар ишлатилади.



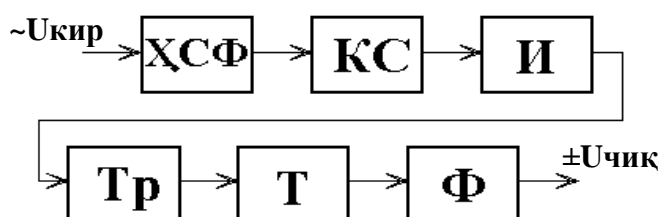
1.2–расм. Трансформаторсиз киришли ростловчи инверторли ЭТМнинг тузилиш схемаси



1.3–расм. Ўзгармас ток тармоғи ростловчи инверторли ЭТМнинг тузилиш схемаси

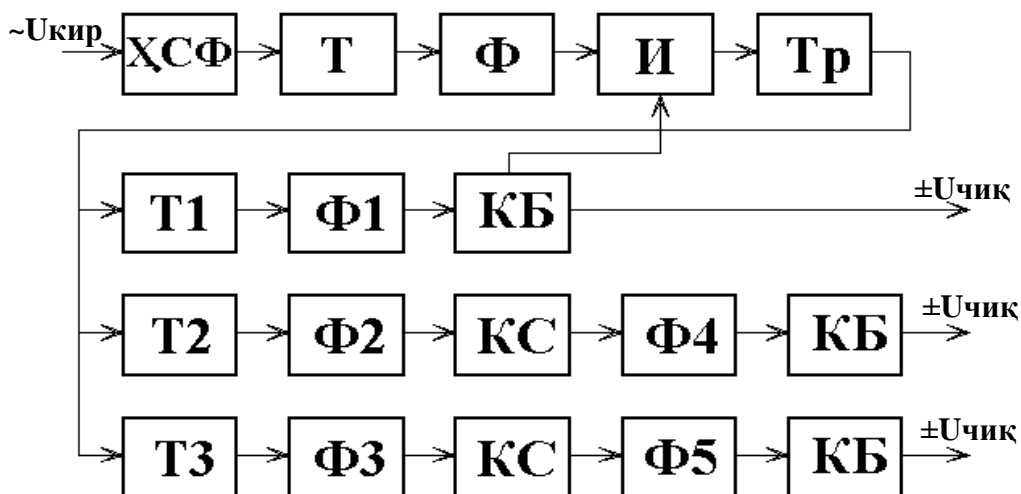
1.2– ва 1.3–расмлардаги схемаларда кучланиш бўлгичидаги тескари алоқа сигнали бўйича ЭТМ чиқиш кучланишини ростловчи инвертор (РИ) қўлланилади.

1.4–расмдаги схемада И инвертор фақат ўзгармас токни ўзгарувчан токка ўзгартириш вазифасини бажаради, чиқиш кучланишини стабиллаш эса, трансформатордаги тескари алоқа сигнали бўйича (қўшимча чўлғамдан) КС ЭТМ орқали амалга оширилади.



1.4–расм. Ўзгармас ток тармоғи ростламайдиган инверторли ЭТМнинг тузилиш схемаси

1.5–расмда кўп каналли ЭТМнинг тузилиш схемаси келтирилган.



1.5–расм. Трансформаторсиз киришли кўп каналли ЭТМнинг тузилиш схемаси

Ростловчи инверторга тескари алоқа сигнали фақат битта чиқишдан берилиши мумкин, шунинг учун қолган каналлар чиқиш кучланишларини стабиллаш зарурати бўлганида КС1 ва КС2 кучланиш стабилизаторлари схемага киритилади. Инверторга тескари алоқа сигнали одатда, катта токка ҳисобланган чиқиш каналидан берилади.

1.3. Электр таъминоти манбаларининг параметрлари

ЭТМлар бир қатор электр, ишлатиш, ҳажм ва масса параметрлари орқали характерланади. Улар радиоэлектроника қурилмаси таркибда ЭТМларнинг иш қобилиятини таъминлайди. Электр параметрлар статик ва динамик параметрларга бўлинади. Статик параметрлар таъсир этувчи омиллар вақт бўйича секин ўзгарганида (кириш таъминот кучланиши, юклама токи, ҳарорат ва ҳ.к.) ўлчанади. Динамик параметрлар таъсир этувчи омиллар вақт бўйича кескин ўзгарганида (кириш таъминот кучланишининг сакрашсимон уланишида, юклама токнинг импульсли ўзгаришида ва ҳ.к.) ўлчанади [4]. ЭТМнинг асосий параметрлари қўйидагилардан иборат:

- Тўғрилагичнинг номинал чиқиш кучланиши U_0 ва унинг ўзгариш чегаралари: юқори ўзгариш чегараси $U_{0,max}$ ва қуйи ўзгариш чегараси $U_{0,min}$, В. Тўғрилагич кучланишининг максимал ўзгариш чегараси қуйидагича аниқланади:

$$\Delta U_0 = U_{0,max} - U_{0,min} = a_0 + b_0 \cdot U_0, \quad (1.4)$$

бу ерда

$$a_0 = \frac{U_{0,max} - U_0}{U_0}, \quad b_0 = \frac{U_0 - U_{0,min}}{U_0}, \quad (1.5)$$

- ЭТМнинг номинал чиқиш кучланиши $U_{ю}$ ва унинг ўзгариш чегаралари: юқори ўзгариш чегараси $U_{ю,max}$ ва қуйи ўзгариш чегараси $U_{ю,min}$, В. ЭТМ кучланишининг максимал ўзгариш чегараси қуйидагича аниқланади:

$$\Delta U_{ю} = U_{ю,max} - U_{ю,min}, \quad (1.6)$$

- ЭТМ чиқиш кучланишининг ростлаш чегаралари: юқори ростлаш чегараси $U_{\text{ю.пост.маx}}$ ва қуйи ростлаш чегараси $U_{\text{ю.пост.миn}}$, В.

- Тўғрилагич юклама токининг номинал қиймати I_0 , А, ва унинг ўзгариш чегаралари: максимал ўзгариш чегараси $I_{0,\text{маx}}$ ва минимал ўзгариш чегараси $I_{0,\text{миn}}$, А.

- ЭТМ юклама токининг номинал қиймати $I_{\text{ю}}$, А, ва унинг ўзгариш чегаралари: максимал ўзгариш чегараси $I_{\text{ю.маx}}$ ва минимал ўзгариш чегараси $I_{\text{ю.миn}}$, А.

- Чиқиш кучланишининг ностабиллиги. У кириш кучланиши ёки юклама токининг берилган ўзгаришларида чиқиш кучланиши $\Delta U_{\text{ю}}$ ўзгаришининг ЭТМнинг номинал $U_{\text{ю}}$ чиқиш кучланишига нисбати орқали аниқланади.

Кучланиш бўйича ностабиллик коэффиценти (ёки ностабиллик) $\delta U_{\text{ю.куч}}$, %, берилган таъминот кучланиши ўзгаришида (ва $I_0 = \text{const}$ бўлганида) $\Delta U_{\text{кир}}$ қийматга аниқланади:

$$\delta U_{\text{ю.куч}} = \frac{(\Delta U_{\text{ю}})_U}{U_{\text{ю}}} 100\%, \quad (1.7)$$

Ток бўйича ностабиллик коэффиценти $U_{\text{ю.ток}}$, %, берилган юклама токи ўзгаришида (ва $U_0 = \text{const}$ бўлганида) $\Delta I_{\text{ю}} = I_{\text{ю.маx}} - I_{\text{ю.миn}}$ қийматга аниқланади:

$$\delta U_{\text{ю.ток}} = \frac{(\Delta U_{\text{ю}})_I}{U_{\text{ю}}} 100\%, \quad (1.8)$$

- Ностабиллик коэффиценти билан бир қаторда ЭТМларнинг стабиллаш хусусиятларини тавсифлаш учун кучланиш бўйича стабиллаш коэффицентида фойдаланилади. У юклама токи ўзгармас бўлганида кириш кучланишининг нисбий ўзгариши чиқиш кучланишининг нисбий ўзгаришидан қанча мартабага катталигини кўрсатади:

$$K_{ст} = \frac{\Delta U_0 / U_0}{\Delta U_{ю} / U_{ю}}, \quad (1.9)$$

Кучланишнинг ўзгарувчан ташкил этувчисининг амплитудаси (пульсацияси): фильтр киришида $U_{0\sim}'$; фильтр чиқишида $U_{0\sim}$; ЭТМ чиқишида $U_{ю\sim}$.

Пульсация қиймати $k_{п}$ пульсация коэффициенти орқали берилади. У нисбий бирликларда белгиланади, масалан тўғрилагич киришида қуйидагича аниқланади:

$$k'_{но} = \frac{U_{0\sim}'}{U_0'}$$

ёки фоизларда

$$k'_{но} = \frac{U_{0\sim}'}{U_0'} \cdot 100\%$$

Тўғрилагич чиқишидаги пульсацияни камайтириш учун силлиқловчи фильтр қўйилади. Фильтрнинг силлиқлаш хусусияти $k_{ф}$ филтрлаш коэффициенти орқали характерланиши мумкин. У фильтр киришидаги ва чиқишидаги пульсация қийматларининг нисбати орқали аниқланади:

$$k_{ф} = \frac{U_{0\sim}'}{U_0'}$$

Филтрлаш коэффициенти филтрлаш звеносининг актив қаршилигида кучланишнинг тушишини ҳисобга олмайди. Аниқроқ айтганда, филтрнинг силлиқлаш хусусияти пульсацияларни силлиқлаш коэффициенти q орқали баҳоланади. У тўғрилагич кириши ва чиқишидаги пульсация коэффициентларининг нисбати орқали аниқланади:

$$q_{ф} = \frac{k'_{но}}{k_{но}}, \quad (1.10)$$

бу ерда $k_{ю} = U_{0\sim} / U_0$ – тўғрилагич чиқишидаги пульсация коэффициенти.

Паст вольтли тўғрилагичларнинг силлиқловчи LC–фильтрлари учун дросселнинг актив қаршилигини ҳисобга олмаса ҳам бўлади, у ҳолда қуйидагига эга бўламиз:

$$k_{\Phi} \approx q_{\Phi}, \quad (1.11)$$

• Тўғрилагич ва ЭТМнинг динамик ички қаршилиги юклама токи (ΔI_0 ёки $\Delta I_{ю}$ га) секин ўзгарганида тўғрилагичнинг ΔU_0 ёки ЭТМнинг $\Delta U_{ю}$ чиқиш кучланишининг ўзгаришини аниқлайди ва у мос равишда қуйидагига тенг бўлади:

$$r_0 = \frac{\Delta U_0}{\Delta I_0}, \quad (1.12)$$

$$r_{ю} = \frac{\Delta U_{ю}}{\Delta I_{ю}}, \quad (1.13)$$

• Тўғрилагич ва ЭТМнинг динамик ички қаршилиги юклама токи ($\Delta I_{0.имп}$ ёки $\Delta I_{ю.имп}$ га) секин ўзгарганида тўғрилагичнинг $\Delta U_{0.имп}$ ёки ЭТМнинг $\Delta U_{ю.имп}$ чиқиш кучланишининг ўзгаришини аниқлайди ва у мос равишда қуйидагига тенг бўлади:

$$r_{0.дин} = \frac{\Delta U_{0.имп}}{\Delta I_{0.имп}}, \quad (1.14)$$

$$r_{ю.дин} = \frac{\Delta U_{ю.имп}}{\Delta I_{ю.имп}}, \quad (1.15)$$

• Кучланишнинг ҳарорат бўйича коэффициенти (КХБК) $\alpha_{ю}$, % / °C, атроф–муҳит ҳарорати $T_c=1^{\circ}\text{C}$ га ўзгарганида ЭТМ чиқиш кучланишини қандай ўзгаришини кўрсатади:

$$\alpha_{ю} = \frac{\Delta U_{ю} / U_{ю}}{\Delta T_c} 100\%, \quad (1.16)$$

ёки $\gamma_{ю}$, мВ / °C:

$$\gamma_{ю} = \frac{\Delta U_{ю}}{\Delta T_c}, \quad (1.17)$$

ΔT_c қиймат атропо–мухит хароратларининг берилган $T_{c,max}$ ва $T_{c,min}$ қийматларида аниқланади:

$$\Delta T_c = T_{c,max} - T_{c,min}, \quad (1.18)$$

- ЭТМ чиқиш кучланишининг натижавий ностабиллиги барча таъсир этувчи омиллар бир вақтда таъсир этганида уларнинг ностабиллик коэффициентлари йиғиндиси орқали аниқланади:

$$\delta U_{ю} = \delta U_{ю(U)} + \delta U_{ю(I)} + \alpha_{ю} \Delta T_c, \quad (1.19)$$

- Тўғрилагичнинг, ўзгартиргичнинг ва ЭТМнинг фойдали иш коэффициенти юкламага узатиладиган фойдали қувватнинг кириш электр энергия манбаидан истъемол қилинадиган қувватга нисбати орқали аниқланади:

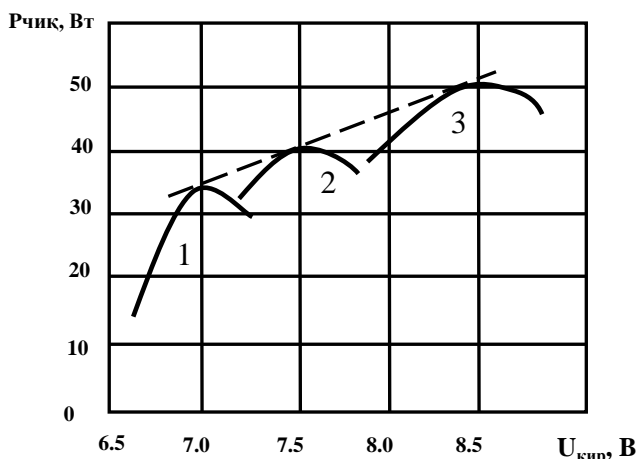
$$\eta_{туг} = \frac{P_{ю}}{P_{ист}}; \quad \eta_{ст} = \frac{P_{ю}}{P_0}; \quad \eta_{узг} = \frac{P_{ю}}{P_{ист}}, \quad (1.20)$$

1.4. Ишлатиш жараёнлари шароитларининг электр таъминоти манбаларига таъсири

ЭТМлар тавсифлари қатор таъсир этувчи омилларга боғлиқ. Паст вольтли ЭТМларга асосан, юкламадаги токнинг ўзгариши, атропо–мухит хароратининг ўзгариш диапазони, тармоқ кучланишининг ўзгариши таъсир этади. Юқори вольтли ЭТМларга бу омиллардан ташқари, намлик ва атропо–мухит босими сезиларли таъсир этади. Кўп ҳолларда ЭТМларга чиқиш кучланишининг пульсациясига ва стабиллиги бўйича талаблар қўйилади, уларнинг бажарилиши турли стабиллаш услублари орқали амалга оширилади [2].

Шу билан бир вақтда ишлатиш жараёнида атроф–муҳит ҳароратининг ўзгариши билан чиқиш кучланиши ўзгариши керак бўлган ЭТМлар мавжуд. Мисол сифатида Ганн диодида йиғилган ЭТМни таъкидлаш мумкин. Генератор ишчи частотада барқарор қўзғалишини, шунингдек, кириш кучланиши берилган моментдан бошлаб бир секунддан ошмаган вақтда номинал қувватга нисбатан маълум чиқиш қувватининг сатҳини таъминлаши керак. Генератор чиқиш кучланишининг сатҳи атроф–муҳит ҳароратининг ўзгаришига сезиларли боғлиқ.

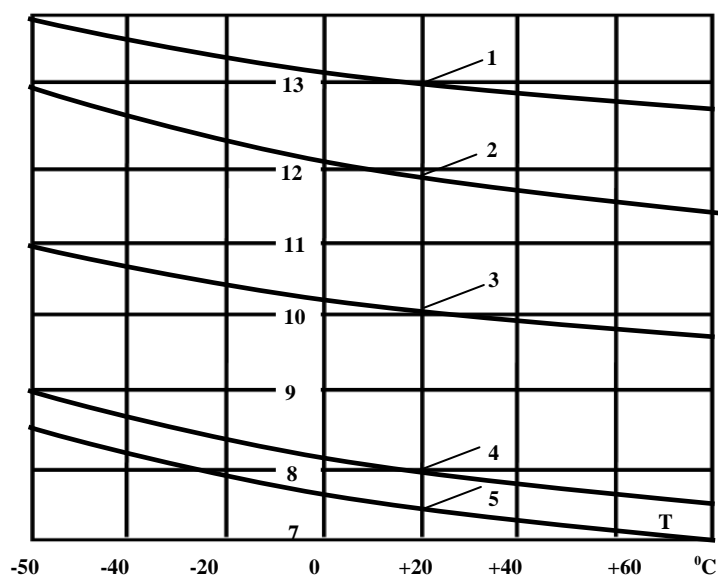
1.6–расмда мисол сифатида 3A726Б диодида йиғилган генератор сигнали $P_{\text{ч}}$ чиқиш қувватининг $U_{\text{к}}$ кириш кучланишига $T_{\text{а}}$ атроф–муҳит ҳароратларининг –60, (1), +20 (2), +70 (3) °С қийматларида боғлиқликлари келтирилган.



1.6–расм. 3A726Б диодида йиғилган генератор сигнали $P_{\text{ч}}$ чиқиш қувватининг $U_{\text{к}}$ кириш кучланишига $T_{\text{а}}$ атроф–муҳит ҳароратларининг –60 (1), +20 (2), +70 (3) °С қийматларида боғлиқлик графиклари

Расмдан кўришиб турибдики, $T_{\text{а}}$ атроф–муҳит ҳароратларининг турли қийматлари учун $P_{\text{ч}}$ чиқиш қувватининг максимал қийматига $U_{\text{к}}$ кириш кучланишининг турли қийматларида эришилади. Бундан келиб чиқадики, берилган ҳарорат диапазонида ишчи частотада барқарор қўзғалишни таъминлаш учун ЭТМнинг кириш кучланиши 1.7–расмда тасвирланган маълум қонун бўйича ҳароратнинг ўзгариши билан ўзгариши керак. Баъзи бир электрон қурилмалар учун схема компонентлари конструкцияларининг ўзига хос хусусиятлари

келтириб чиқарадиган такрорланадиган қисқа туташув иш режими характерлидир. Бундай компонентларга юқори вольтли электровакуум асбоблар (клистронлар, индикатор қувурлар ва ҳ.к.) киради. Улар ЭТМлар учун юклама ҳисобланади, шунинг учун чиқиш занжиридаги қисқа туташувда таъминот манбаи чиқиш токини чеклаш керак. Бунда ЭТМ кучланишни стабиллаш режимидан токни стабиллаш режимига ўтиб иш режимини ўзгартириши керак.



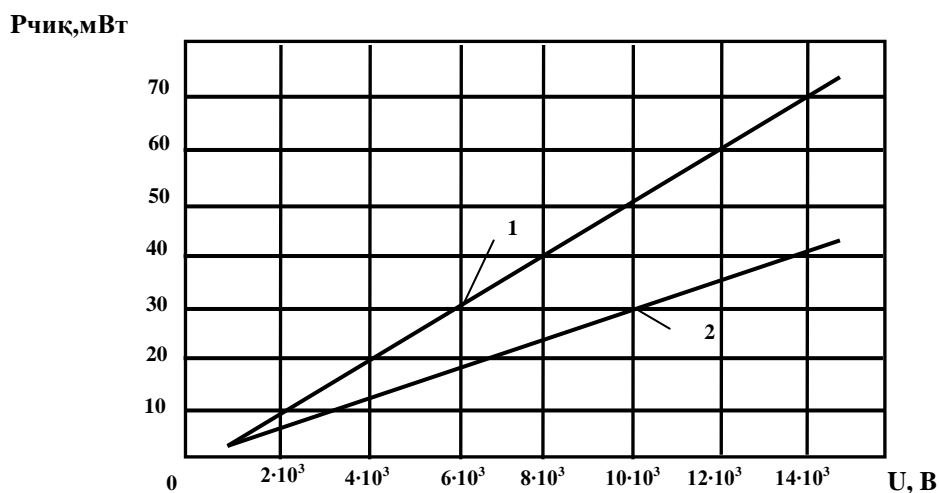
1.7–расм. 3A721A (1), 3A722A (2), 3A723A (3), 3A724A (4), 3A726A (5) диодлари учун U_k кириш кучланишларининг T_a атроф–муҳит ҳароратига боғлиқлик графиклари

Улар ЭТМлар учун юклама ҳисобланади, шунинг учун чиқиш занжиридаги қисқа туташувда таъминот манбаи чиқиш токини чеклаши керак. Бунда ЭТМ кучланишни стабиллаш режимидан токни стабиллаш режимига ўтиб иш режимини ўзгартириши керак. Қисқа туташувга яқин режим сиғим юкламада ёки ЭТМ таркибида катта сиғимлар бўлган ҳолларда ўз ўрнига эга. Бу ҳолда ЭТМ тармоққа уланганида токнинг кескин ортишини камайтириш учун унинг кириш занжирларида секин ишга тушириш қурилмаси кўзда тутилади.

ЭТМ чиқиш кучланишининг пульсациясига, ҳажмига ва массасига қатъий талаблар қўйилганида, унинг юклама билан бирга ишлаши функционал телекоммуникацион қурилма юқори сезгир компонентлари ва сигналларни қайта

ишлаш трактларининг ишлаши билан ЭТМнинг қайта улаш куч компонентларининг ишлашини синхронлаштириш орқали эришиш мумкин.

ЭТМларга оширилган намликнинг таъсири конструкцион материалларнинг диэлектрик хусусиятларининг ёмонлашиши билан юзага чиқади. Бу деталларнинг сирти ва ҳаво ораликлари бўйича ўлчамларни ошириш заруратига ва демак, бутун ЭТМнинг ўлчамларини ортишига олиб келади. Ўтказгичлар орасидаги масофа босма платанинг материали ва намликдан ҳимоя қилувчи қатламни ҳисобга олган ҳолда ишчи кучланишнинг қиймати орқали аниқланади.



1.8–расм. Ўтказгичлар орасидаги платанинг сирти бўйича қопламли (1) ва қопламсиз (2) $L_{мин}$ масофанинг $U_{и.к}$ ишчи кучланишга боғлиқлик графиклари

1.8–расмда икки томонлама босма платалар учун ўтказгичлар орасидаги қопламли ва қопламсиз минимал изоляцион тирқишлар келтирилган. Ишчи кучланиш ўзгармас ва ўзгарувчан ток (кучланишнинг амплитуда қиймати қабул қилинади) учун кўрсатилган. 500 Вдан ортиқ бўлган кучланишларда изоляциясиз қатламли платалар учун тирқиш ҳар бир 100 Вга 0,5 мм, изоляцияли қатламли платалар учун эса, тирқиш ҳар бир 100 Вга 0,3 мм қабул қилинади.

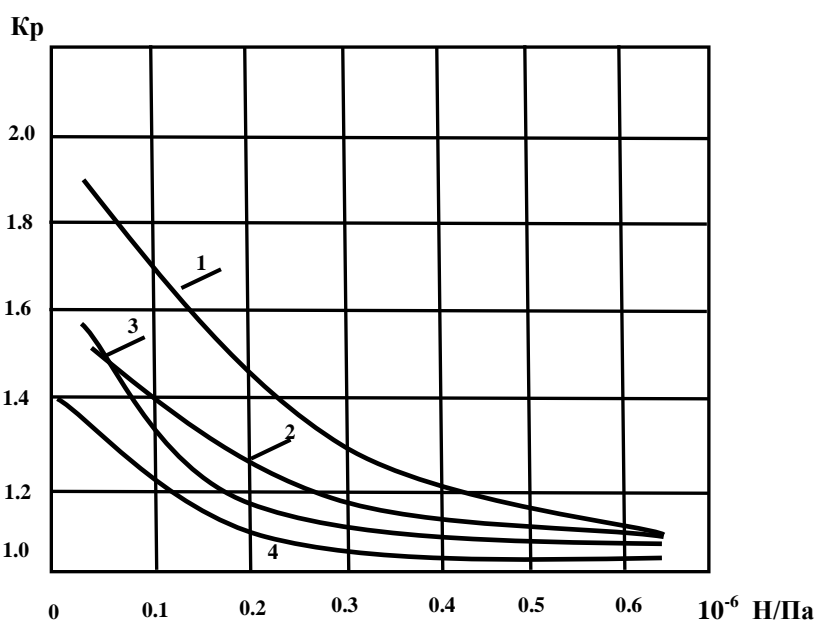
Атроф–муҳит ҳароратининг ортиши билан ЭТМ таркибидаги компонентларнинг параметрлари ва ишонччилик кўрсаткичлари ёмонлашиб боради. Бу ЭТМнинг тавсифларини ёмонлашишига олиб келади. ЭТМларнинг берилган ҳарорат бўйича режимларини таъминлаш учун турли совутиш услубларидан фойдаланилади.

Танланган совутиш услубининг тўғрилигини текширишда асосий мезонлар сифатида ЭТМнинг совутиладиган сиртининг (қизиган зонанинг) q солиштирма иссиқлик юкламаси ва унинг $\Delta T_{рух}$ рухсат этиладиган қизиши олинади. q қиймат Q тарқаладиган қувват ва S совутиладиган юза орқали аниқланади:

$$q = \frac{Q \cdot k_p}{S}, \quad (1.21)$$

бу ерда k_p —нормал атмосферага нисбатан атроф—муҳит ҳавоси босимининг камайишини ҳисобга олувчи коэффициент.

k_p коэффициентнинг ҳаво босимига боғлиқлиги 1.9–расмда келтирилган бўлиб, унда ЭТМлар учун эгриликлар қуйидагича белгиланган: 1–ички аралаштиришсиз қобикли; 2–табiiй ҳаво орқали совутишли герметик қобикда; 3–мажбурий ҳаво орқали совутишда; 4–ҳавони ички аралаштиришли.

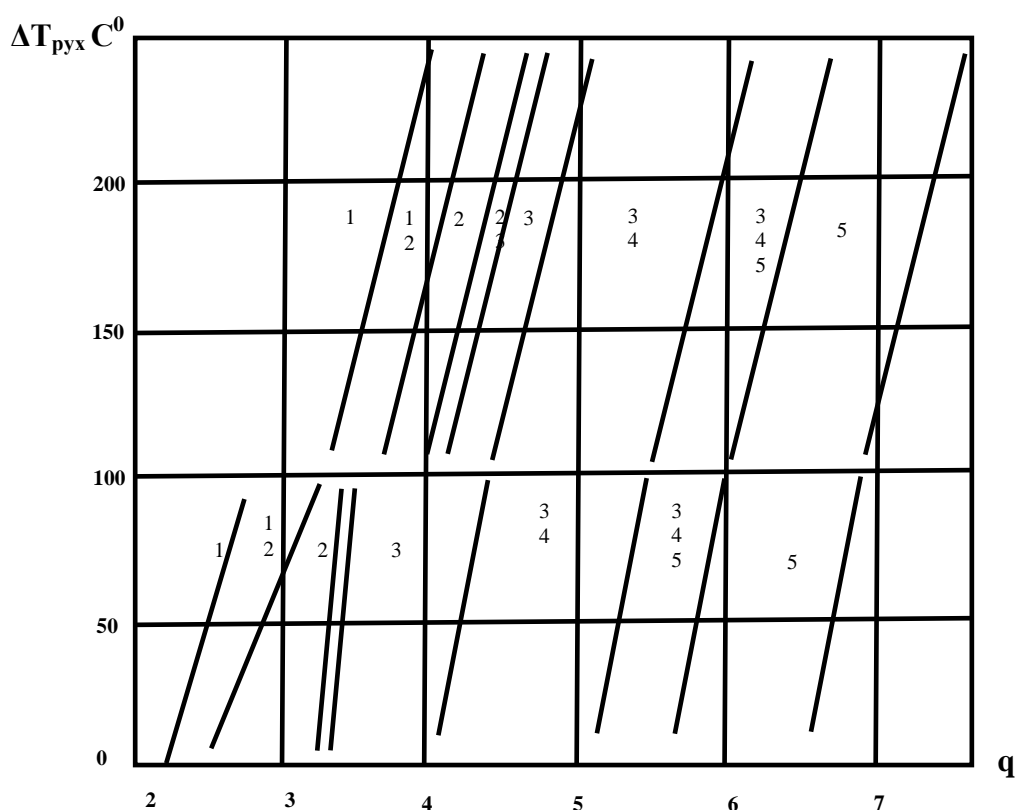


1.9–расм. k_p коэффициентнинг ҳаво босимига боғлиқлиги

Табiiй ҳаво орқали совутишда $\Delta T_{рух}$ рухсат этиладиган қизишнинг қиймати қизиган зонанинг рухсат этиладиган $T_{рух}$ қиймати ва T_a атроф—муҳит ҳароратининг фарқи орқали аниқланади. Мажбурий ҳаво орқали совутишда $\Delta T_{рух}$ сифатида $T_{рух}$ қиймат ва ЭТМ киришидаги ҳароратнинг қиймати орасидаги фарқ қабул қилинади. Мажбурий суюқлик, табiiй буғланадиган ва мажбурий

буғланадиган совутиш учун қизийдиган зонанинг рухсат этиладиган қизиши учун $\Delta T_{\text{рух}}$ сифатида ЭТМнинг $T_{\text{рух}}$ қиймати ва иссиқлик ўтказувчининг киришидаги ҳавонинг ҳарорати орасидаги фарқ қабул қилинади.

1.10–расмда ЭТМ совутиш услубининг танланишини баҳолашга имкон берадиган диаграмма келтирилган. Унда совутиш услублари қуйидагича белгиланган: 1–табiiй ҳаво орқали; 2– мажбурий ҳаво орқали; 3– мажбурий суюқлик орқали; 4–табiiй буғланиш орқали; 5–мажбурий буғланиш орқали. Диаграммада берилган чегаравий қувват q ва рухсат этиладиган қизиш $\Delta T_{\text{рух}}$ координаталари жойлашган нуқтадаги зона аниқланади.



1.10–расм. $\Delta T_{\text{рух}}$ рухсат этиладиган қизишнинг q солиштирма иссиқлик юкласига боғлиқликлари

1.5. Электр таъминоти манбаларининг энергия тизими билан электромагнит мослашувчанлиги

Электр энергиясининг сифати телекоммуникацион воситаларнинг ишончли ишлаш кўрсаткичларини аниқловчи муҳим омиллардан бири

ҳисобланади. Телекоммуникацион аппаратуралар таркибида электр таъминоти манбалари юклама ва электр таъминоти тизими ўртасида мослаштирувчи қисм бўлиб хизмат қилади. Электр таъминот манбалари кўрсаткичларига қўйиладиган техник талаблар мазкур телекоммуникацион аппаратура учун ҳам умумийдир. Электр таъминоти манбалари тузилиш таркиби, асос элементлари ва тайёрлаш технологияси бўйича сезиларли фарқларга эга. Бу фарқлар унинг таркибига кирадиган телекоммуникацион қурилма афзалликлари орқали аниқланади. Ўз навбатида телекоммуникацион қурилмалар функционал вазифаларига ва ишлатиш шароитларига кўра фарқланади.

Электр энергияси тизимлари томонидан ЭТМларга қўйиладиган талаблар қувватлар нисбати, ток тури (ўзгарувчан ёки ўзгармас), кучланишлар қийматлари, ток ва кучланишлар қийматларининг иш ва ўтиш режимларидаги рухсат этилган оғишлари орқали аниқланади.

Ўзгармас ток электр таъминот тизимлари талаб қилинадиган қувват 1,5 кВтда ошмаган ҳолларда қўлланилади. Бундай тизимларнинг афзаллиги аккумуляторлар ёрдамида резервлашнинг оддийлигидир. Уларнинг камчиликларига эса аналог юкломани электр таъминотида электр энергияни икки марта ўзгартириш (импульсли ва узлуксиз) зарурлигини киритиш мумкин. Ҳозирги пайтда 270 В чиқиш кучланишли ўзгармас ток электр таъминоти тизимларини яратиш устида иш олиб борилмоқда.

ЭТМларнинг ўзгарувчан ток электр энергияси тизими билан мослашуви тармоқда генерацияланувчи юқори частотали ҳалақитлар даражасини камайтириш ва ЭТМ истеъмол токининг эгрилигини яхшилаш талабларининг бажарилиши орқали таъминланади. Электр энергияси тизимларига юқори гармоникаларнинг таъсири кетма-кет ва параллел резонанслар натижасида тоқлар ва кучланишлар гармоникаларининг ортиши, шунингдек, электр энергиясини генерациялаш, узатиш ва ундан фойдаланиш процесслари самараларининг камайиши, аппаратура изоляциясининг эскириши, бунинг натижасида хизмат муддатини камайиши ва аппаратуранинг хато ишлаши тарзида намоён бўлади.

Кучланиш гармоникалари трансформаторларда гисторезисдаги йўқотишларни ва магнит ўтказгичлардаги уюрмавий тоқларни, шунингдек чўлғамлардаги йўқотишларни келтириб чиқаради.

Гармоникаларнинг конденсаторларда ҳосил қиладиган қўшимча йўқотишлари қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$\delta P = \sum_{n=2}^{\infty} \Delta p_0 \cdot \omega \cdot C \cdot n \cdot U_n^2, \quad (1.22)$$

бу ерда ΔP_0 - асосий частотадаги ҳажмий йўқотишлар, Вт/В·Ар;

C- конденсаторнинг сиғими;

U_n - n- гармониканинг кучланиши;

n- гармониканинг номери.

Қўшимча йўқотишлар конденсаторларнинг қўшимча қизишига олиб келади. Шунинг учун конденсаторларни лойиҳалаш, ток бўйича рухсат этилган ортиқча юкланишни ҳисобга олган ҳолда амалга оширилади.

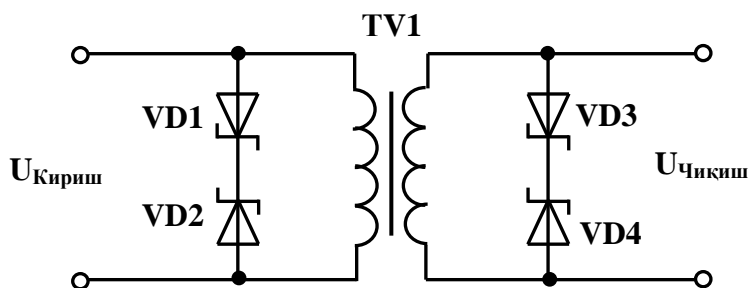
Электромагнит мослашувни яхшилаш мақсадида кучланишларнинг носимметриклигини камайтириш ва истеъмол токи шаклининг эгрилигини яхшилаш учун реактив қувватни тўплашни таъминловчи коррекциялаш қурилмалари ишлатилади.

Электр энергияси тизимларида ўтиш жараёнлари вақтида ЭТМлар кириш занжирларида рухсат этиладиган қийматлардан сезиларли катта бўлган кучланишнинг кескин сакрашсимон ортиши ҳоллари бўлиши мумкин. Кучланишнинг кескин сакрашсимон ортишини одатда индуктив характерли юкламали ток занжирлари коммутациялари келтириб чиқаради. Хорижий маълумотларга кўра 240 В кучланишли электр таъминот тармоғига эга бўлган ишлаб чиқариш корхоналарида кучланиш бўйича ортиқча юкланиш 500 В гача (1 кунда 1 марта) ва 300 гача (500 марта кунига) сакрашсимон ортиб кетиши мумкин. Кучланишнинг сакрашсимон тарзда кескин ортиб кетишини шунингдек, табиий ёки сунъий электромагнит импульс ва статик электр майдон таъсирлари ҳам келтириб чиқариши мумкин.

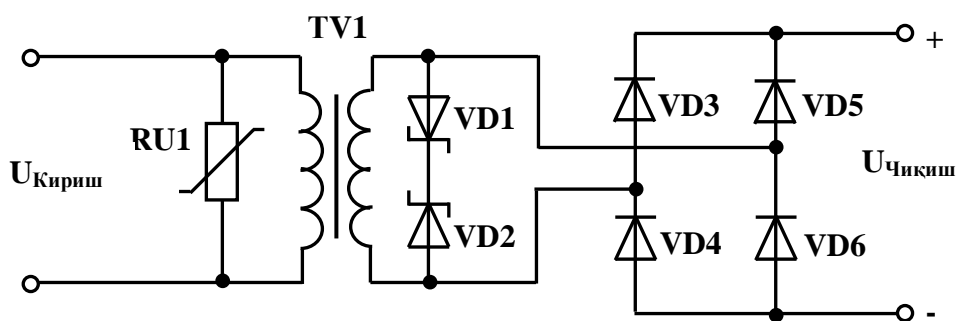
ЭТМлар кириш занжирларини ортиқча юкланишлардан ҳимоялаш учун кучланиш чеклагичлари, зарядсизловчи қурилмалар, биполяр транзисторлар, варисторлар, диодлар ва стабилитронлар қўлланилади. Кучланиш импульслари энергияси катта даражада бўлганда турли хил физик принципларда йиғилган бир неча кучланиш бўлгичларидан ташкил топган комбинацион ҳимоялаш схемалари қўлланилади.

Ўзгармас ток занжирларини ортиқча юкланишлардан ҳимоялаш, носимметрик кучланиш чеклагичлари ёки стабилитронлар ёрдамида амалга оширилади. Бу асбоблар шундай бўсағавий кучланиш қийматига танланадики, бунда ортиқча юкланиш импульсидан кейин уларнинг ўзгармас ток занжиридан автоматик узилиши лозим.

Ўзгарувчан ток тармоқларида ҳимоялаш носимметрик кучланиш чеклагичларини қарама-қарши улаш орқали амалга ошириш мумкин. Масалан, 1.11-расмдаги VD1-VD4 ва 1.12-расмдаги RU1, VD1, VD2.



1.11-расм. Носимметрик кучланиш бўлгичларининг уланиши

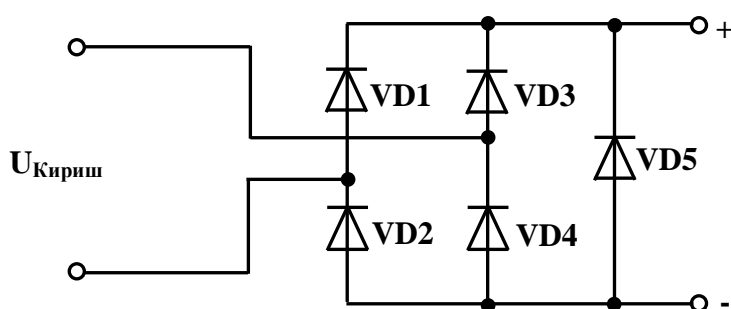


1.12-расм. Варисторнинг ва носимметрик кучланиш бўлгичларининг уланиши

Ўзгарувчан ток занжирида кўприксимон тўғрилаш схемаси бўлганида тўғрилагич диодларни ҳимоялаш носимметрик кучланиш чеклагичини кўприк

диоганалига улаш орқали амалга ошириш мумкин, масалан 1.13-расмдаги VD5 диод. Бу ҳолда схеманинг тезкорлигини тўғрилаш диодларининг уланиш вақтини ҳисобга олган ҳолда аниқлаш зарур.

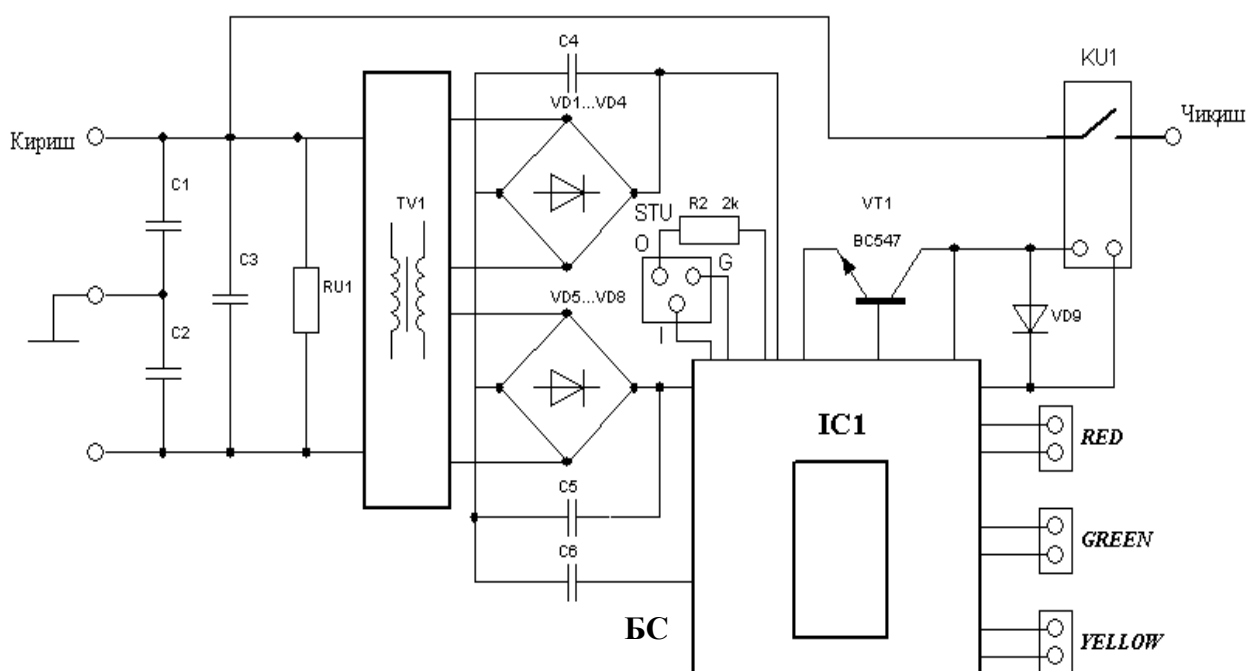
Телекоммуникацион воситалар киришида бир неча ҳимоялаш функцияларини бажарувчи қурилма ишлатилиши мумкин. Бундай қурилмалардан бирининг тузилиш схемаси 1.14-расмда келтирилган. Бу қурилма радиоҳалақитларни сўндириш, импульсли ортиқча кучланишларни чеклаш ва тармоқ кучланиши ўзгарганда юкламани ҳимоялашни таъминлашга мўлжалланган.



1.13-расм. Тўғрилагич диодларини носимметрик кучланиш чеклагичи ёрдамида ҳимоялаш

1.14-расмда келтирилган схема қуйидаги тартибда ишлайди. TV1 трансформатор иккиламчи чўлғамидаги кучланишлар VD1 - VD4 ва VD5 - VD8 кўприксимон тўғрилаш схемалари орқали тўғриланади. VD5 – VD8 тўғрилаш схемаси чиқишидаги тўғриланган кучланиш интеграл кучланиш стабилизатори STU (SM 781.12.ACZ) орқали стабилланади. Тўғриланган кучланиш C4, C6 конденсаторлар ёрдамида филтрланиб БС бошқариш схемасига ва КУ1 (125MB) реле чўлғамига берилади. Бошқариш схемаси IC1 (LM393N, 1401CA3) микросхема базасида йиғилган. Микросхема икки каналли кучланиш компаратори бўлиб, тармоқ кучланишининг ортишини ёки камайишини назорат қилишга мўлжалланган. Агар тармоқ кучланиши 190В гача камайса ёки 250В гача ортса, бошқариш схемаси кучайтирувчи VT1 транзистори орқали КУ1 релени узади. Бу реленинг контактлари юкламани тармоқдан узади.

Ҳимоялаш қурилмасининг ҳолатларининг индукциялари светодиодалар (“RED”, “GREEN”, “YELLOW”) орқали амалга оширилади. Қурилма киришидаги C1...C3 конденсаторлар радиоҳалақитлар филтрини ташкил қилади (C1, C2 конденсаторлар носимметрик радиоҳалақитларни, C3 конденсатор эса симметрик радиоҳалақитларни сўндиришга хизмат қилади). Қисқа вақтли кучланишни сакрашсимон кескин ортиши RU1 варистор орқали чекланади. VD9 диод КУ1 реле чўлғами узилганда ортиқча кучланишни камайтириш учун мазкур чўлғамни шунтлайди.



1.14-расм. Ҳимоялаш қурилмасининг тузилиш схемаси

2. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИ ЎЗГАРТИРГИЧЛАРИ

2.1. Ўзгартиргичлар турлари

Кўчма Радиоэлектроника аппаратураларини электр энергияси билан таъминлашда бирламчи электр энергияси сифатида кичик кучланишли ўзгармас ток манбалари (гальваник элементлар, аккумуляторлар, термогенераторлар, қуёш ва атом батереялари) ишлатилади. Турли хилдаги Радиоэлектроника аппаратураларининг электр таъминоти учун эса турли номиналдаги ўзгармас ва ўзгарувчан кучланишлар зарур бўлади. Шунинг учун бир номиналдаги ўзгарувчан ёки ўзгармас кучланишни иккинчи номиналдаги ўзгарувчан ёки ўзгармас кучланишга ўзгартириш талаб қилинади. Бу вазифани ўзгартиргичлар бажаради. Ўзгартиргичлар электр таъминот манбаи кучланишини аппаратуралар алоҳида қисмларини электр таъминоти учун талаб қилинган турдаги ва номиналдаги кучланишларга ўзгартириб бериш учун хизмат қилади [12].

Ўзгартиргичлар икки турга бўлинади. Ўзгармас ток энергиясини ўзгарувчан ток энергиясига ўзгартириб берувчи ўзгартиргичлар инверторлар дейилади ва ўзгартириш жараёни инверторлашдан иборат бўлади.

Агар ўзгартиргич чиқишида ўзгармас кучланиш олиними талаб қилинса, у ҳолда инвертордан кейин тўғрилагич ва филтер қўйилади. Бундай бир кучланишли ўзгармас ток энергиясини бошқа кучланишли ўзгармас ток энергиясига ўзгартирувчи ўзгартиргич конвертор дейилади ва ўзгартириш жараёни конверторлашдан иборат бўлади.

Инвертор ҳар қандай ўзгартиргичнинг асосий қисми ҳисобланади. Инверторлар қуйидаги белгиларига қараб синфларга бўлинади:

- ўзгартирилувчи катталиқ турига қараб: ток инверторлари ва кучланиш инверторлари;
- иш тактига қараб: бир тактли ва икки тактли инверторлар;
- калит элементлари турига қараб: транзисторли ва тиристорли инверторлар;
- қўзғатиш усулига қараб: мустақил ва ўз-ўзидан қўзғатишли инверторлар;

Транзисторли инверторлар қуйидаги туркумларга бўлинади:

– транзисторларнинг уланиш схемаларига қараб: умумий эмиттерли ва умумий коллекторли инверторлар;

– тескари алоқа турига қараб: кучланиш бўйича тескари алоқали, ток бўйича тескари алоқали, ток ва кучланиш бўйича тескари алоқали инверторлар;

Тиристорли инверторлар қуйидагича турланади:

– тиристорлар коммутациясига қараб: тармоқ орқали ва автоном;

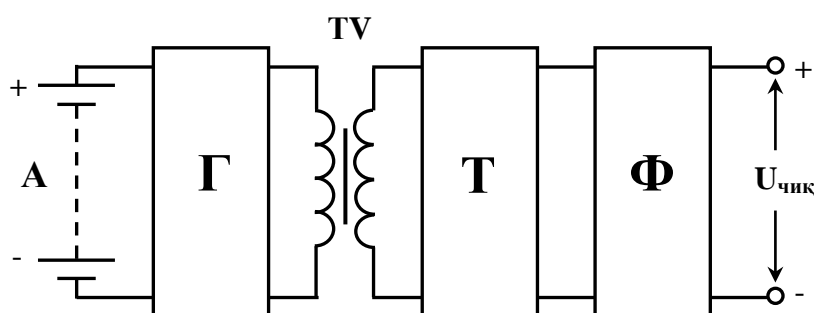
– юкламага нисбатан коммутацияловчи сифимнинг уланишига қараб: кетма-кет, кетма-кет параллел ва параллел. Ярим ўтказгичли ўзгартиргичларнинг афзалликлари ишончилиқ, юқори ФИК, кичик ҳажм ва ишлатиш муддатининг узоклигидир.

2.2. Бир тактли ўзгартиргичлар

Транзисторли ўз-ўзидан қўзғатишли ўзгартиргичларнинг (автогенераторлар) ўзгармас кучланишни ўзгартириш жараёнини 2.1–расмда келтирилган тузилиш схемасидан фойдаланган ҳолда тушунтириш мумкин. Ўзгармас ток манбаи Аккумулятор батареяси (АБ) ҳисобланиб, ундан унча катта бўлмаган $U_{\text{кир}}$ кучланиш T_V трансформаторга берилади. T_r трансформатор ўзгарувчан кучланишнинг шаклланиши ва унинг қийматини ўзгартириш учун хизмат қилади. Аккумулятор кучланиши ўзгармас бўлганлиги учун аккумулятор ва трансформатор орасига ўзгармас ток занжирини даврий равишда узиш ва улаш мақсадида 350...400 Гцли ток узгичи қўйиш зарур. Ўзгармас ток узгичи сифатида транзисторли Γ генератор хизмат қилади [10,12].

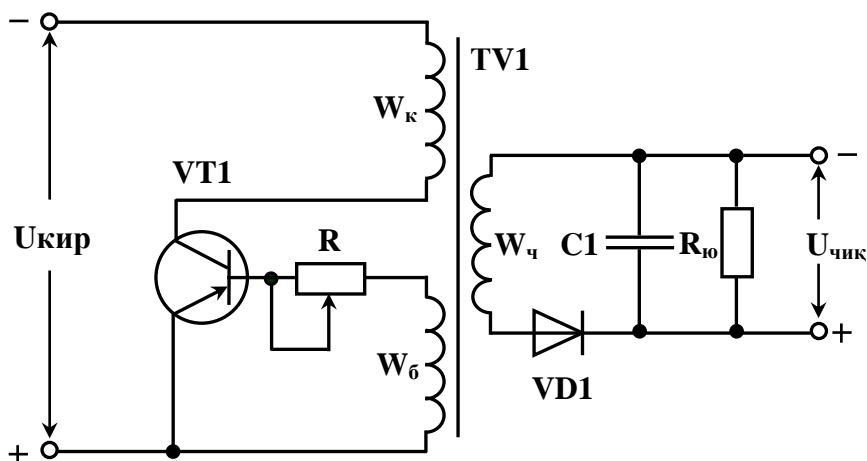
Трансформатор бирламчи чўлғамидаги токнинг узилиши магнит ўтказгичда вақт бўйича ўзгарувчан $\Phi(t)$ магнит оқимини вужудга келтиради. Натижада чўлғамларда магнит оқими ўзгариш тезлигига ва чўлғам ўрамлар сонига пропорционал бўлган ЭЮК индукцияланади. Шундай қилиб ўзгармас кучланишдан тўғри бурчакли импульслар шаклидаги ўзгарувчан кучланиш олинади, яъни инверторлаш амалга оширилади. Тўғри бурчакли импульслар трансформатор ёрдамида амплитуда бўйича ўзгартирилади ва кейин Φ

силиқловчи фильтрли Т тўғрилагичга берилади. Тўғрилагич чиқишидан кириш кучланишидан талаб қилинган кийматга фарқланувчи ўзгармас кучланиш олинади.



2.1–расм. Ўз-ўзидан қўзғатишли бир тактли ўзгартиргич (автогенератор)нинг тузилиш схемаси

Ўз-ўзидан қўзғатишли транзисторли бир тактли ўзгартиргичнинг (2.2–расм) принципиал схемаси $U_{кир}$ ўзгармас кучланиш манбаи, автогенератор схемаси бўйича калит режимда ишловчи VT транзисторда йиғилган ток узгичи, магнит ўтказгичи тўғри бурчакли гизтерезис ҳалқали импульсли TV1 трансформатор, Т бир ярим даврли тўғрилагич, Ф фильтр ва юкламадан ташкил топган.



2.2–расм. Ўз-ўзидан қўзғатишли транзисторли бир тактли ўзгартиргичнинг принципиал схемаси

Ўзгартиргичнинг ишлаш принципи импульс трансформатори бирламчи чўлғамида калит равишда ишловчи VT1 транзистор ёрдамида ўзгармас токни узишга асосланган. Коллектор занжирига $U_{кир}$ ўзгармас кучланиш қўйилганда трансформаторнинг $W_к$ бирламчи чўлғамидан ток оқиб ўта бошлайди. Уланиш

моментидан бошлаб ток оний равишда эмас, маълум конун бўйича ортади. Шунинг учун ток импульс трансформатори магнит ўтказгичида ўсувчи магнит оқимини вужудга келтиради. Бу ўзгарувчан магнит оқими W_6 тескари алоқа чўлғамида ўзиндукцион ЭЮКни вужудга келтиради. W_6 тескари алоқа чўлғамининг учлари база-эмиттер ораликқа шундай уланганки, коллектор токи ортганда базага очувчи потенциал келади. Транзистор очила бориб, бундан кейинги коллектор токининг ортишига имконият яратади, яъни схемада мусбат тескари алоқа амалга оширилади. Коллектор ва база тоқларининг бундай кўчкисимон равишда тез ортиши магнит оқими тўйингунча давом этади. Кейин бу тоқларнинг ортиши тўхтади ва ўзгармас токда трансформатор чўлғамларида ЭЮК индукцияланмайди. Натижада транзистор базасига очувчи потенциал келмайди ва у ёпила бошлайди.

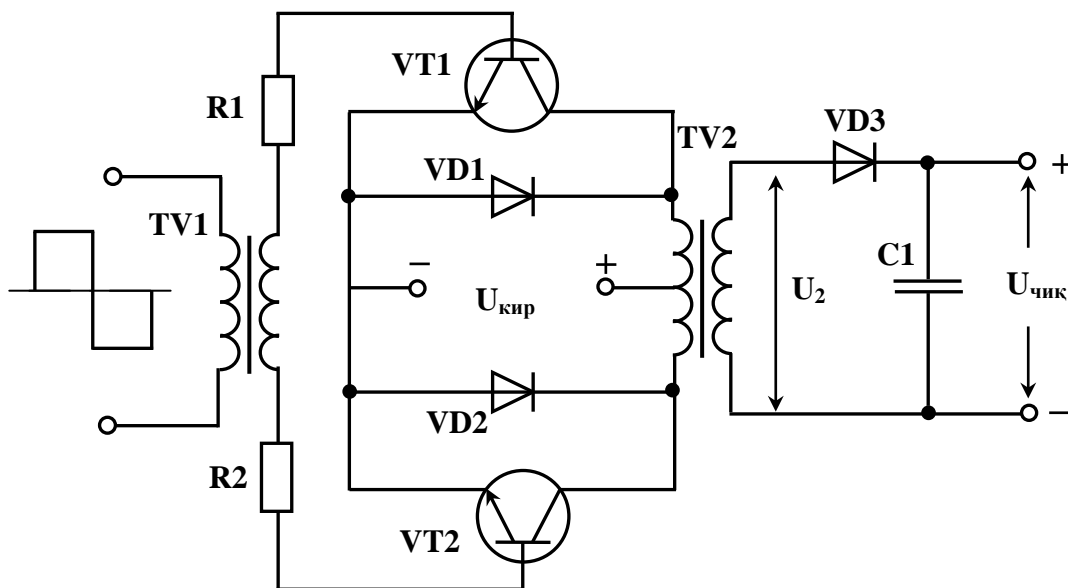
Транзистор ёпилишидаги коллектор токининг камайиши қарама-қарши йўналишдаги ЭЮКни ҳосил қилади ва базага транзисторни ёпувчи кучланиш берилади. Бирламчи чўлғам токи узилади. Шундай қилиб транзистор, импульс трансформатори ва таъминот манбаи кучланиш бўйича трансформаторли тескари алоқали релакцион генераторни ташкил қилади. У ўзгармас токнинг узилишини таъминлайди. Трансформаторнинг иккинчи чўлғамидан ўша частота ва кутбдаги, лекин амплитудаси ортган шаклдаги импульслар олинади. Бу импульслар VD1 диодда йиғилган тўғрилагичга берилади. Тўғрилагичдан кейин $R_{Ю}$ юкламада талаб қилинган қийматдаги ўзгармас кучланиш шаклланади.

Бир тактли ўзгартиргичнинг афзаллиги унинг схемасининг соддалиги ва ишончлилигидир. Камчилиги эса магнит ўтказгичнинг доимий магнитланиш натижасида коллектор чўлғамидан ток фақат бир йўналишда оқиб ўтади.

2.3. Икки тактли ўзгартиргичлар

Энг содда тузилган икки тактли ўзгартиргич схемасида TV1 куч трансформаторининг икки бирламчи чўлғами VT1 ва VT2 транзисторларнинг базалари билан уланган, бирламчи таъминот манбаи $U_{КИР}$ эса транзисторлар

эмиттерлари ва TV2 трансформатор бирламчи ярим чўлғамлари ўрта нуктаси орасига қўйилган (2.3–расм).



2.3–расм. Мустақил қўзғатишли икки тактли ўзгартиргичнинг принципиал схемаси

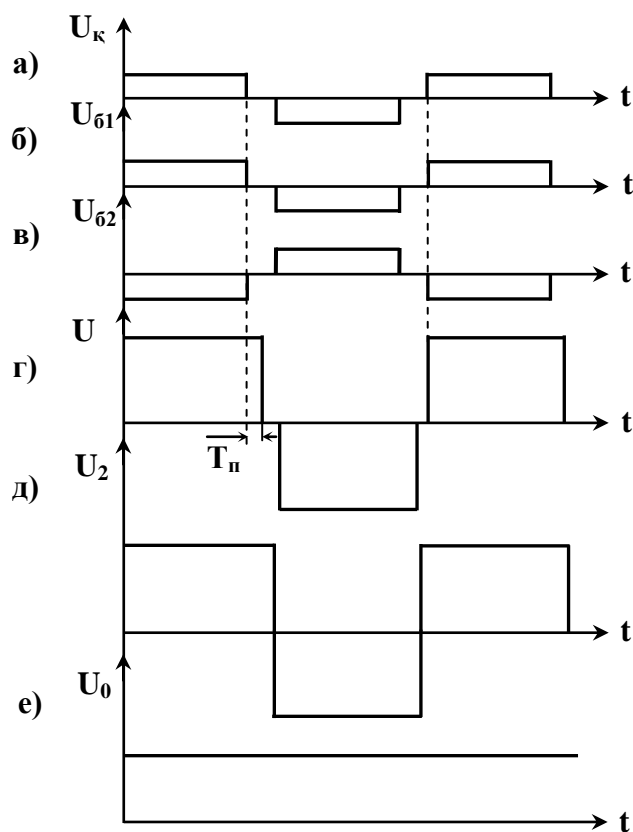
Агар куч транзисторларини ноли узилишсиз тўғри бурчакли кучланиш импульслари билан қўзғатилса (2.4д–расм), у ҳолда базадаги асосий бўлмаган ташувчиларнинг заряд сўриш вақтига тенг бўлган вақтда ҳар иккала транзистор очиқ бўлади, бу эса куч трансформатори бирламчи чўлғамининг қисқа вақтли туташувига тенгдир. Бундай ҳар бир ярим давр охиридаги қисқа вақтли туташувларнинг салбий оқибатларини бартараф қилиш учун инвертор схемасига кўшимча элементлар киритиш лозим бўлади [4].

Инвертор актив-индуктив характеридаги юкламада ишлаганида юклама токи қутбларининг ўзгариши моментлари чиқиш кучланиш қутблари ўзгариши моментларига, шунингдек, куч транзисторларини қайта уланиш моментларига нисбатан кечга қолади. Бу ҳар бир ярим даврнинг бошланғич қисмида куч транзистори орқали тескари йўналишда ток ўтишига, яъни тескари токни вужудга келишига олиб келади.

Транзистор орқали оқиб ўтадиган тескари ток импульси ўз йўналишини ўзгартирмаган юклама токи трансформаторнинг бошқа бирламчи чўлғамига ва

куч транзисторига трансформацияланади. Инверс режимда ишлаётган транзисторнинг ток бўйича кучайтириш коэффициенти кичик бўлади. Бундай коллектор токида транзистор тўйиниш режимидан чиқиб кетиши куч занжиридаги қўшимча қувват исрофларига ва транзисторнинг куйишига олиб келиши мумкин.

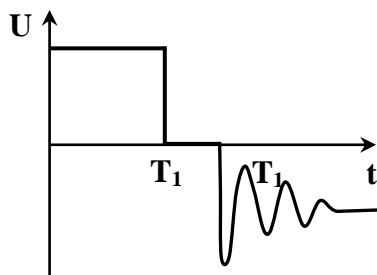
Куч транзистори орқали оқиб ўтадиган тескари токни камайтириш учун инвертор схемасида куч транзисторларига параллел равишда шунтловчи VD1 ва VD2 диодлар уланади. Бундай диодлар агар инвертор салт ишлаганида ишлай олса ҳам, юклама равишда қўйилиши мумкин. Бунда индуктив ток ҳисобланган TV1 трансформаторнинг магнитлаш токи ярим даврининг бир қисми давомида тескари йўналишда оқиб ўтади. Баъзида шунтловчи диодларнинг йўқлигида бундай магнитловчи ток куч транзисторларини ишдан чиқишига олиб келиши мумкин.



2.4-расм. Мустақил қўзғатишли икки тактли ўзгартиргичнинг вақт диаграммалари

Транзисторларнинг коммутацияланишини осонлаштириш мақсадида тўғрилагич таркибига қўшимча зарядсизлаш диоди киритилади (2.3–расм). Аввал

очиқ бўлган диоднинг ёпилишидан сўнг чиқишдаги кучланиш сакраш орқали ўз кутбини ўзгартиради ва бу кутб ўзгаришига сўнувчи юқори частотали тебранишлар сабаб бўлади (7.5–расм).



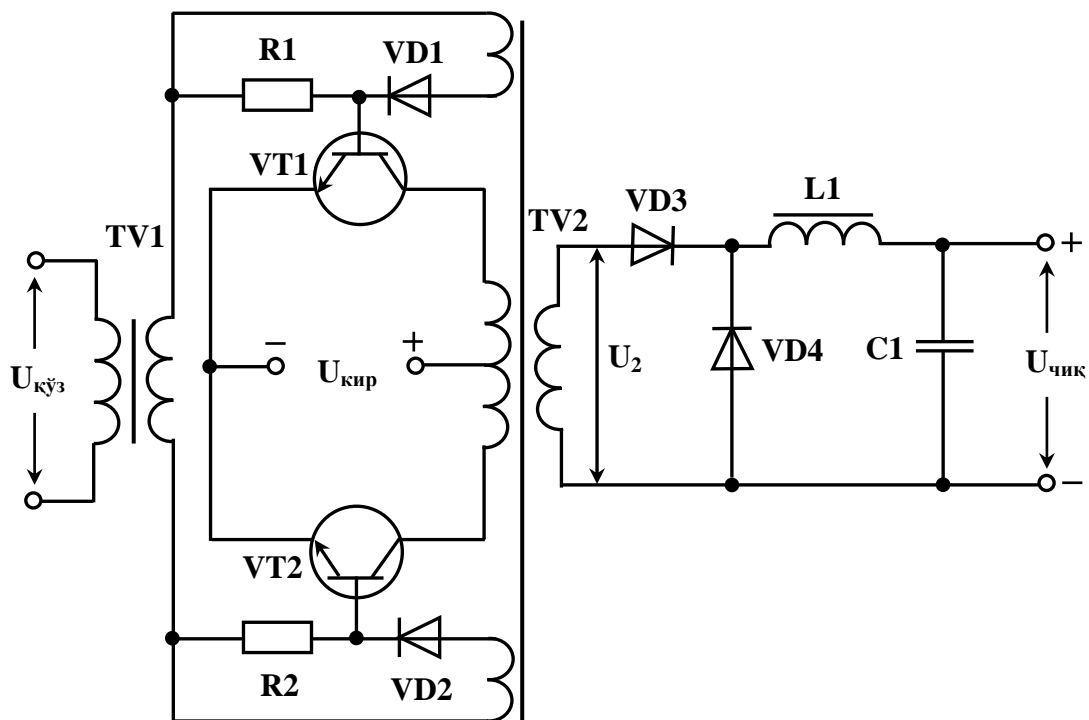
7.5–расм. Сўнувчи юқори частотали тебранишларнинг пайдо бўлиши

Бу тебранишлар трансформатор индуктив тарқалишининг қайта зарядланиши, ўрамлараро сиғим ва монтаж сиғимлари оқибатида вужудга келади. Катта қувватли ўзгартиргичларда улар радиоҳалақитларнинг интенсив манбаи ҳисобланади. Шунинг учун баъзида юкламаси индуктив элементдан бошланувчи ўзгартиргичлардан фойдаланмасликка мажбур қилади.

Мустақил қўзғатишли инверторлар транзисторларининг коллектор тоқларининг кескин ортиб кетиши ҳам юқори частотали ҳалақитларни келтириб чиқаради. Бундан ташқари улар транзисторларнинг ортиқча юкланишига сабаб бўлади. Бундай камчиликлардан қутулишнинг фақат ягона усули, биринчи транзистор очилишини иккинчи транзисторнинг ёпилишигача кечиктириш усулидир. Бу шарт инвертор транзисторларини носимметрик импульслар ёки нолили узилиш импульслар билан бошқарилганда бажарилади. Бу ҳар иккала усул қўзғаткич схемасини қуришда ўзаро боғлиқ бўлган қийинчиликларга эга ва тўғрилагич юкламаси ўзгарувчан бўлганда яхши натижаларни бермайди. Транзисторнинг узилиш вақти коллектор тоқига боғлиқ, шунинг учун уланишни кечиктириш инвертор юкламасининг ўзгаришига мос алмашиши керак.

Қайтар тоқлардан тузатиш схемаси билан боғланган инвертор схемаси бу камчиликлардан ҳолидир (2.6–расм). Ундаги инвертор трансформаторининг қўшимча W_2 чўлғамларидан олинадиган кучланиш транзисторлар очилишини кечиктириш учун хизмат қилади. У чиқиш кучланишини кутби ўзгармагунча ёпик

бўлган транзисторни очилишини ушлаб туришга имкон беради. Шунинг учун фақат бир елка транзистори ёпилгандан кейингина, иккинчи елка транзистори базасига очувчи кучланиш келади. Транзистор узилганда база занжиридаги диод ёпилади ва W_2 қўшимча чўлғамлардан олинандиган ёпувчи кучланиш базага келмайди. Бундай инвертор схемасида коллектор токи импульсларида кескин ортиш бўлмайди, чиқиш кучланиши эса нолли узилишларсиз бўлади. Коммутацион жараёнлар уларда деярли бўлмайди.

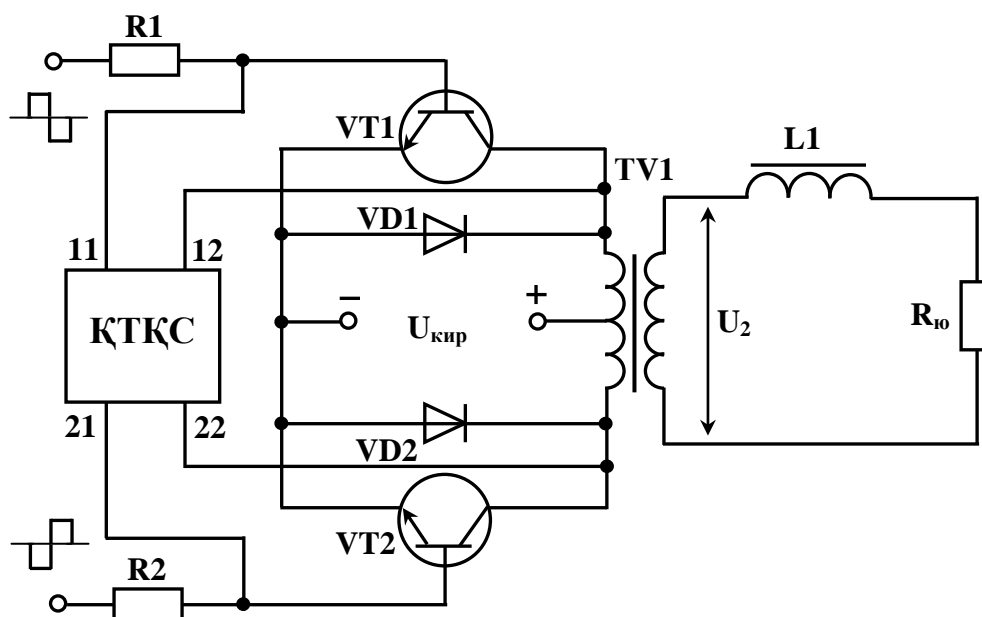


2.6–расм. Қайтар тоқлардан тузатиш схемаси билан боғланган инверторли ўзгартиргичнинг схемаси

2.6–расмда келтирилган инвертор куч занжири TV1 трансформатордан VT1 ва VT2 транзисторлардан, VD1 ва VD2 диодлардан иборат. Инверторнинг юкламаси трансформаторнинг иккиламчи чўлғамидаги L1 индуктив элемент ва $R_{Ю}$ резистор ҳисобланади. Транзисторлар паузаларсиз тўғри бурчакли импульслар орқали коммутацияланади. Бу импульслар қўзғатгичдан транзистор базаларига R1 ва R2 резисторлар орқали берилади. Шунингдек, бу резисторлар тўйинган транзисторлар база тоқларини чеклайди. Аввал айтиб ўтилганидек, бундай қўзғатиш куч занжирида қисқа вақтли қисқа туташувларни вужудга келтиради. Бу

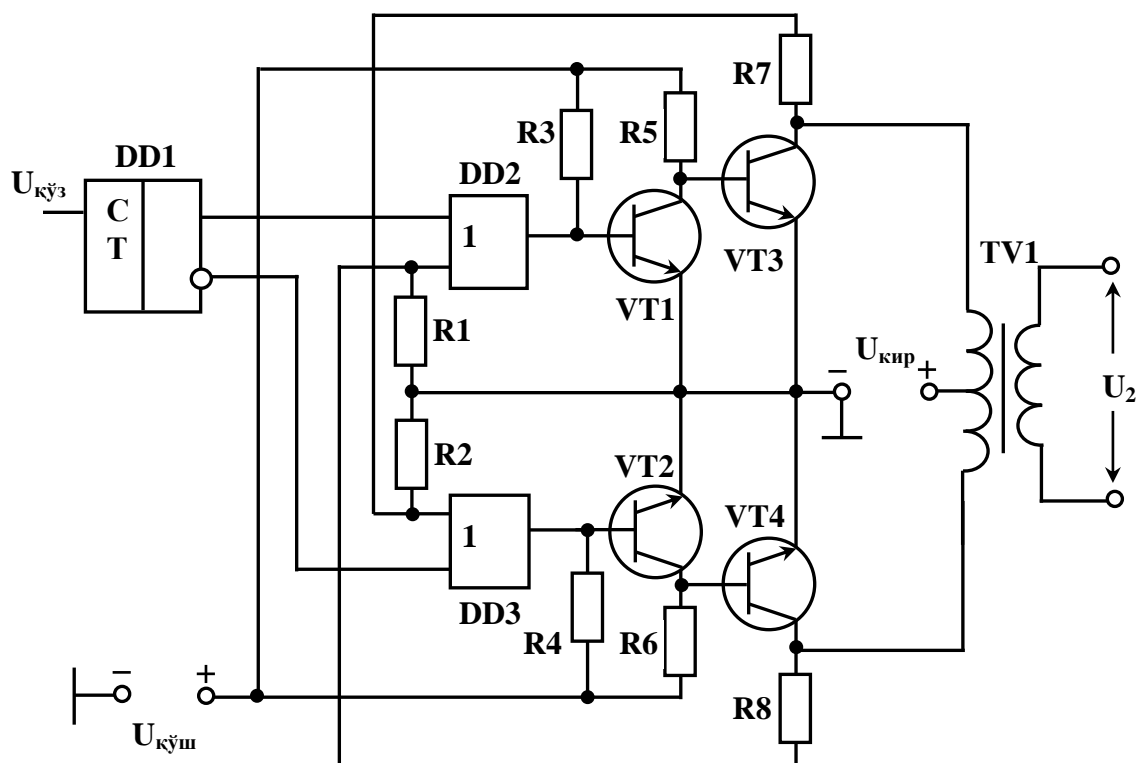
вақтларда ҳар иккала транзисторлар очик бўлади ва уларда трансформаторнинг бирламчи чўлғамларида коммутацион тоқлар кескин ортади. VT1 ва VT2 транзисторлар коммутацион тоқлари трансформаторнинг бирламчи чўлғамлари ўрта нуқтасидан $U_{\text{кпир}}$ таъминот манбаининг минус қутбига оқиб ўтади, яъни трансформаторнинг иккиламчи чўлғамига трансформацияланмайди ва шунинг учун бу тоқлар қайтар тоқлар дейилади.

Коммутация жараёнини яхшилаш мақсадида инвертор схемасига қўшимча равишда қайтар тоқлардан қутулиш схемаси (КТҚС) киритилади (2.7–расм). У иккита киришга (11 ва 21) ва иккита чиқишга (12 ва 22) эга. VT1 транзисторнинг ёпиқ ҳолатига мос келадиган инверс чиқиш кучланишининг қутбига схеманинг 12 очик ва VT1 транзисторнинг эмиттер-база ўтишини шунтлайди ва қўзғатиш занжирини VT1 транзисторни очишга VT2 транзистор ёпилмагунча ва чиқиш кучланишининг қутби ўзгармагунча, яъни схеманинг 21 киришида мусбат потенциал бўлмагунча йўл қўйилмайди.



2.7–расм. Коммутацион хусусиятлари яхшиланган инверторли ўзгартиргич схемаси

2.8–расмда тасвирланган ўзгартиргич инверторининг қайтар тоқлардан қутулиш схемасида учта DD1, DD2 ва DD3 мантиқий элементлардан фойдаланилган.



2.8–расм. Бошқариш схемасида мантикий элементлардан фойдаланилган коммутацион хусусиятлари яхшиланган инверторли ўзгартиргич схемаси

DD1 микросхема триггер бўлиб, чиқишда (1 ва 2 чиқишлар) ўзаро фаза бўйича 180° га сурилган мусбат импульслар кетма-кетлигини шакллантиради. Бу импульслар кетма-кетлиги VT1 ва VT2 транзисторларни очилиши учун зарур бўладиган импульсларни шакллантириш учун хизмат қилади. Бунда DD2 ва DD3 микросхемалар (мослаштириш схемаси) ҳам иштирок этади. Уларнинг биринчи киришларига берилган импульслар, иккинчи киришларида мусбат потенциал бўлмагунча, уларнинг чиқишларига ўтмайди (мусбат потенциал аввал очик бўлган транзистор ёпилгандан кейингина пайдо бўлади). Шу тарзда R7 ва R8 резисторлар орқали қарама-қарши елканинг куч транзистори коллектори билан иккинчи киришларнинг алоқаси таъминланади.

2.4. Ўзгартиргич инверторларининг бошқариш занжирлари схемалари

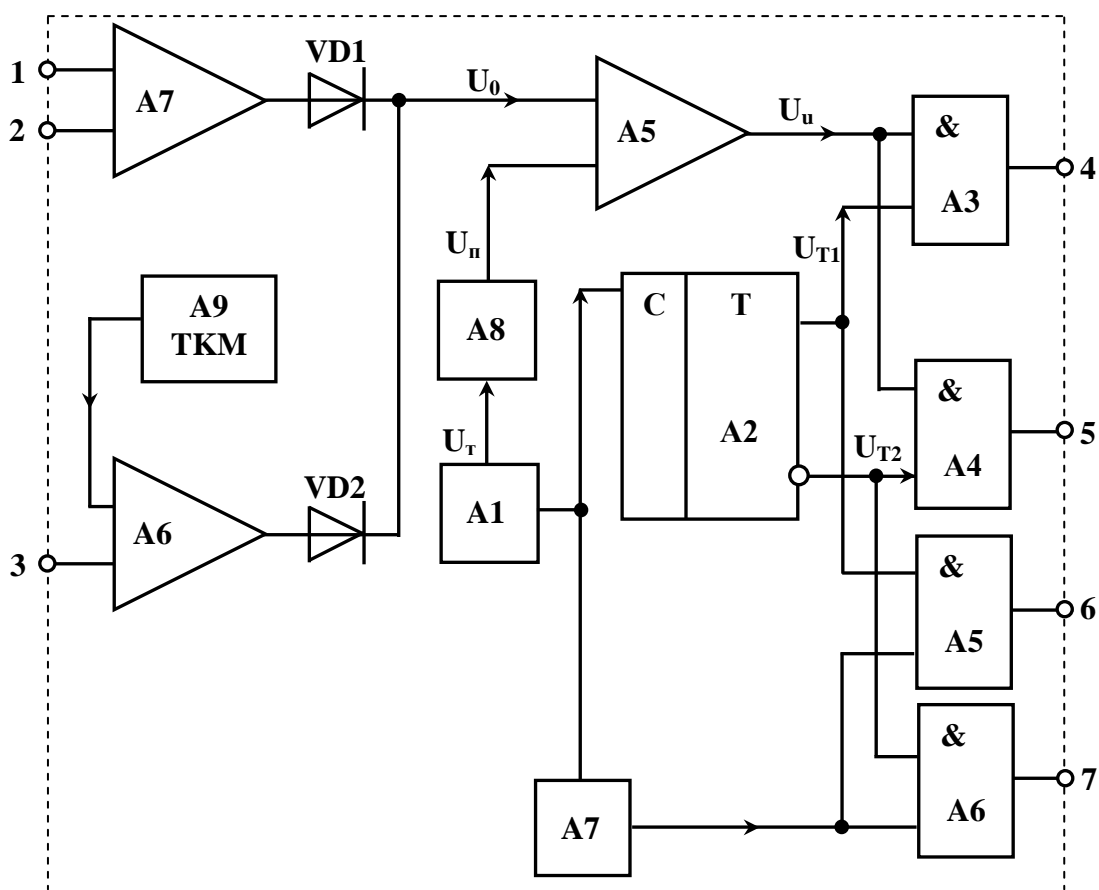
Инверторларни бошқаришда катта даражали интеграцияли микросхемалар амалда кенг қўлланилмоқда. Бундай микросхемалар таркибига аналог сигнални

КИМли импульслар кетма-кетлигига ўзгартиришдан ташқари қатор ёрдамчи қисмлар киради [4,8].

Инверторли бошқаришда катта интеграл микросхема қўлланилиши мумкин. Бу интеграл микросхеманинг 1 ва 2 чиқишлари КИМли катта тактли ўзгартиргич куч транзисторларини бошқариш учун, 3 ва 4 чиқишлари эса инвертор транзисторларини коммутациялаш учун хизмат қилади (2.9-расм).

1 ва 2 чиқишларда КИМ-сигналнинг шаклланиши аввал кўриб чиқилган. Шунинг учун 3 ва 4 чиқишларда ўзгартиргич транзисторларини бошқариш сигналларини шакллантиришни кўриб чиқамиз.

A2 триггер киришига бериладиган такт даври $2T$, ҳажми 0,5 бўлган импульслари унинг чиқишларида U_{T1} ва U_{T2} импульслар кетма-кетлигини вужудга келишига олиб келади (2.10а,б-расмлар).

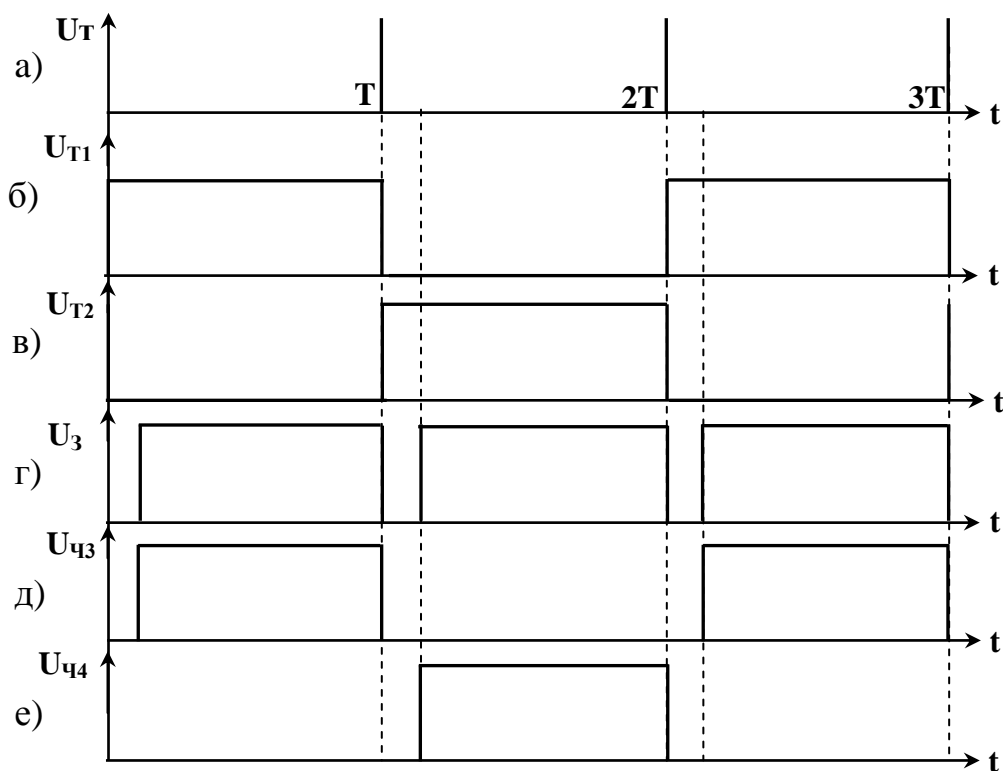


2.9-расм. Битта кристалда катта микросхема тарзида йиғилган бошқариш занжири

Бундан ташқари такт импульслари А7 ҳимоя импульслари генераторига ҳам берилади. Унинг чиқишида импульслар орасидаги узунлиги T_3 га тенг бўлган паузали U_3 кучланиш олинади. Бу пауза ўзгартиргич инвертори куч қисмида қайтар тоқларни пайдо бўлишини йўқотиш учун зарур бўлади. Ҳимоя импульслари А5 ва А6 мослаштириш схемаларининг биринчи киришларига берилади. Уларнинг иккинчи киришларига U_{T1} ва U_{T2} импульслар кетма-кетлиги берилади.

Мослаштириш схемалари чиқишларида 2.10 д,е-расмларда кўрсатилган узунлиги $T-T_3$ ва такрорланиш даври $2T$ бўлган импульслар кетма-кетлиги шаклланади.

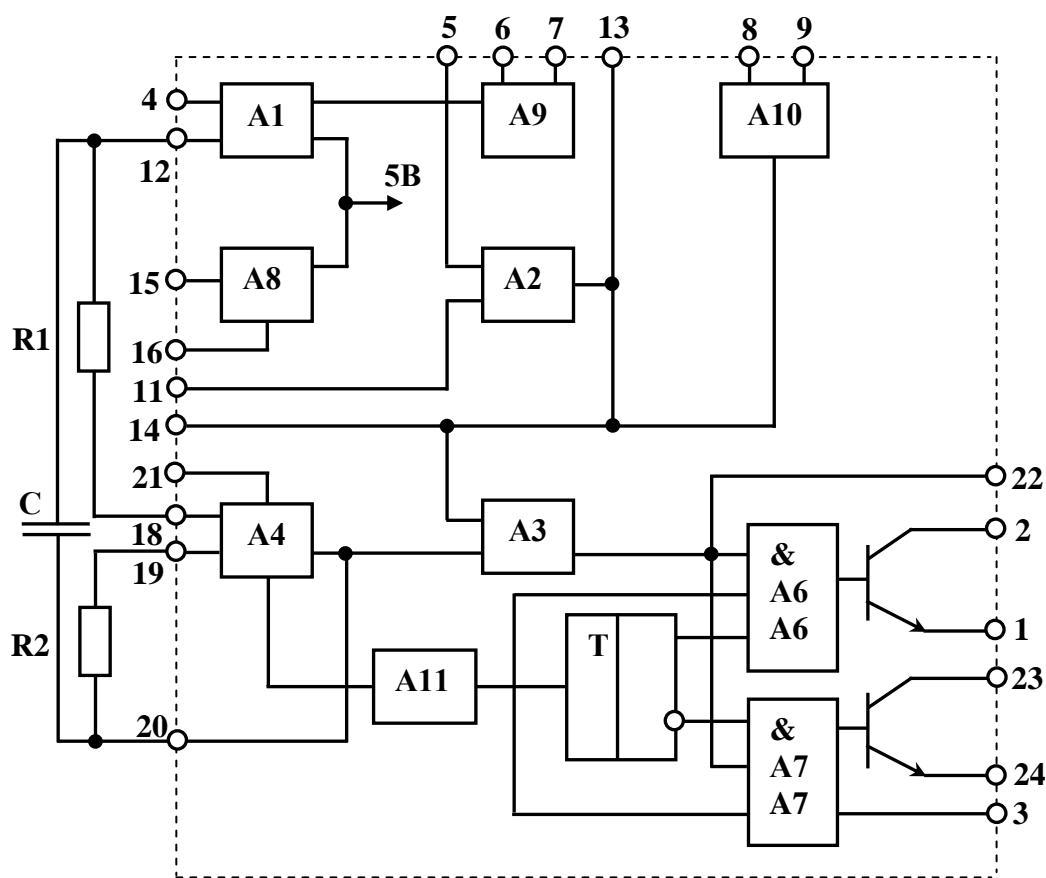
Бошқариш қурилмаларида К1114ЕУ1 интеграл микросхемани қўлланилиши ўзгартиргичнинг кўрсаткичларини яхшиланишини таъминлайди (2.11-расм).



2.10-расм. Бошқариш занжирининг вақт диаграммалари

Бу микросхема таркибида ўзгартиргични бошқариш, ҳимоялаш ва ёқиш учун зарур бўлган барча қисмлар бор. А1 звено таянч кучланиши ва ёрдамчи стабил +15В кучланиш манбаи ҳисобланади. Хатолик сигнали кучайтиргичи (А2

звено), компаратор (A3 звено) ва адрасимон кучланиш генератори A4 КИМ занжирини ташкил қилади.



2.11-расм. K111EY1 интеграл микросхеманинг тузилиш схемаси

Ўзгартиргичнинг ҳимоя тизимига кириш кучланишини камайишини назорат қилиш учун A8 звено, кириш кучланиши ортишини назорат қилиш учун эса A9 звено киради, шунингдек A10 звено ток бўйича ҳимоя қисми ҳисобланади. Юқорида айтиб ўтилганлардан ташқари микросхема таркибига VT1 ва VT2 транзисторларни коммутацияловчи чиқиш бошқариш импульсларини шакллантирувчи қисмлари ҳам киради. Бу транзисторлар эса кичик қувватли ўзгартиргичларда куч транзисторлари сифатида ўрта ва юқори қувватли ўзгартиргичларда эса дастлабки қувват кучайтиргичи сифатида ишлатилади [2,3,6].

Таққослаш занжири бўлгичидан тескари алоқа сигнали A2 кучайтиргич киришларидан бирига берилади. Кучайтиргичнинг бошқа иккинчи киришига A1

звено чиқишидан таянч кучланиши берилади. Тескари алоқа кучайтиргичи чиқишидан кучайтирилган хатолик сигнали олинади ва КИМ компаратори (А3 звено) киришига берилади. Аррасимон кучланиш генератори (А4 звено) кучланиши КИМ компараторининг иккинчи киришига берилади. Компаратор чиқишидан КИМли импульс кучланиш А6 ва А7 импульс селекторларига берилади. Бу микросхемалари киришига яна А5 триггер чиқишидан импульслар берилади, бунда А6 звено киришига триггернинг ноинверсловчи чиқиш импульслари (2.10б-расмга ўхшаш), А7 звено киришига эса триггернинг инверсловчи чиқиш импульслари берилади (7.10в-расмга ўхшаш). Шунга кўра А5-А7 звено фазалар аралаштиргичи сифатида ишлайди. А7 звено чиқишидаги импульслар А6 звено чиқишидаги импульсларга нисбатан фаза бўйича 180^0 га сурилган бўлади.

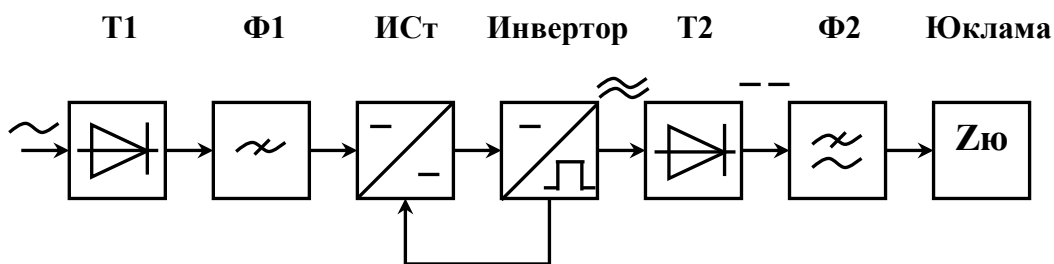
VT1 ва VT2 кичик қувватли транзисторлар кучайтиргичлар ҳисобланади ва КИМли импульсларни икки тактли ўзгартиргичнинг куч транзистор-калитларига узатиш имконини беради. Ташқи С1 конденсатор ва R1 резистор импульсларнинг такрорланиш частотасини ўрнатиш ва ростлаш учун хизмат қилади. R2 резисторининг қаршилиги импульслар орасидаги химоя паузасининг узунлигини аниқлайди.

2.5. Кучланиш ўзгартиргичлари асосидаги импульсли электр таъминоти манбалари

Радиоэлектрон аппаратуралар электр таъминоти манбаларининг ҳажми ва массаси тармоқ трансформатори, паст частотали филтёр параметрлари ва чизиқли стабилизаторнинг ростловчи элементидаги иссиқлик ажралишлари орқали аниқланади. Оширилган частотада ишлайдиган ва импульсли режимли ўзгармас кучланишни ростлагичли электр таъминоти манбаларининг ҳажми ва массаси сезиларли кичик. Лекин, телекоммуникацион аппаратуралар учун кичик ҳажмли электр таъминоти манбаларини интеграл микросхемаларда йиғиш учун бу манбаларнинг параметрлари талабларни қониқтирмайди [10].

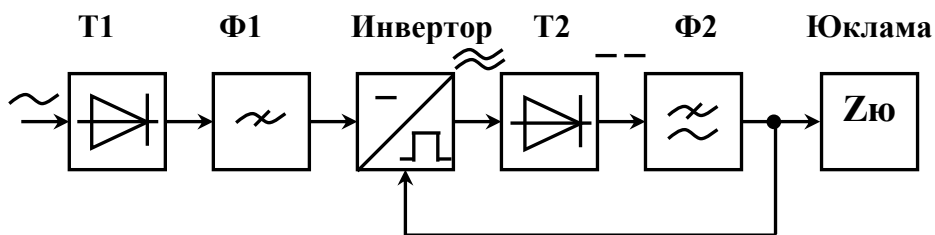
Трансформаторсиз киришли электр таъминоти манбалари яхши кўрсаткичлага эга. Уларда тармоқ кучланиши дастлаб кириш тўғрилагичида тўғриланади, кейин тўғриланган кучланишнинг пульсацияси сиғим филтър орқали силлиқланади, ундан кейин ўзгармас кучланиш инверторда юқори частотали тўғри бурчакли шаклдаги ўзгарувчан кучланишга ўзгартирилади. Бу кучланиш куч трансформаторининг иккиламчи чўлғамига талаб қилинадиган қийматга трансформацияланади, яна тўғриланади, силлиқланади ва юкламага узатилади.

Трансформаторсиз киришли электр таъминоти манбаларининг тузилиш схемалари 2.12 ва 2.13–расмларда келтирилган. Бундай схемаларда электр таъминоти манбаи чиқиш занжирини кириш таъминот тармоғидан ажратиш инвертор трансформатори орқали амалга оширилади.



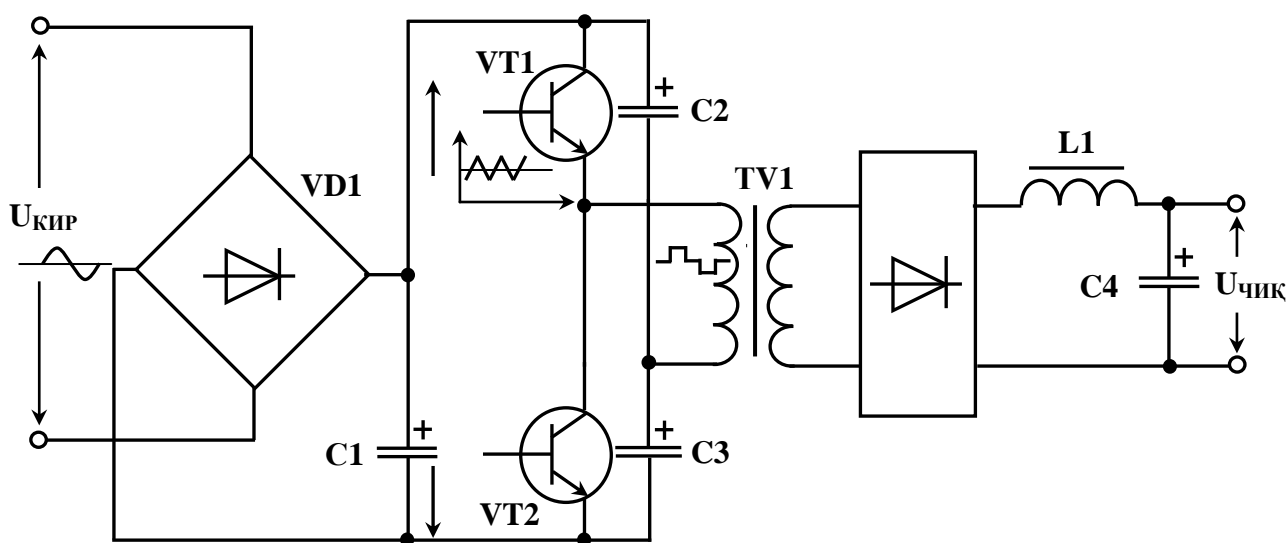
2.12–расм. Инвертордан олдин стабилизатор қўйилиши билан стабиллаш амалга ошириладиган трансформаторсиз киришли электр таъминоти манбаининг тузилиш схемаси

Чиқиш кучланишини стабиллаш инверторда кенглик–импульсли модуляция услуби билан, шунингдек, инвертордан олдин ёки ундан кейин стабилизатор қўйиш орқали амалга оширилади.



2.13–расм. Инверторда кенглик–импульсли модуляция услуби билан стабиллаш амалга ошириладиган трансформаторсиз киришли электр таъминоти манбаининг тузилиш схемаси

Ярим кўприксимон ростланадиган инвертор асосидаги трансформаторсиз киришли электр таъминоти манбаининг принципиал схемаси 2.14–расмда келтирилган. Тармоқ кучланиши бевосита кўприксимон тўғрилагичга берилади ва унинг чиқишидаги ўзгармас кучланиш инверторга берилади. Инверторнинг транзисторлари кенглик–импульсли модуляцияланган сигнал таъсирида навбатма–навбат очилади. Инвертор чиқишида оширилган частотали (20 кГц атрофида) икки кутбли кенглик–импульсли модуляцияланган кучланиш олинади. Кейин бу кучланиш тўғриланади ва LC–фильтр ёрдамида силлиқланади.



2.14–расм. Ярим кўприксимон ростланадиган инвертор асосидаги трансформаторсиз киришли электр таъминоти манбаининг принципиал схемаси

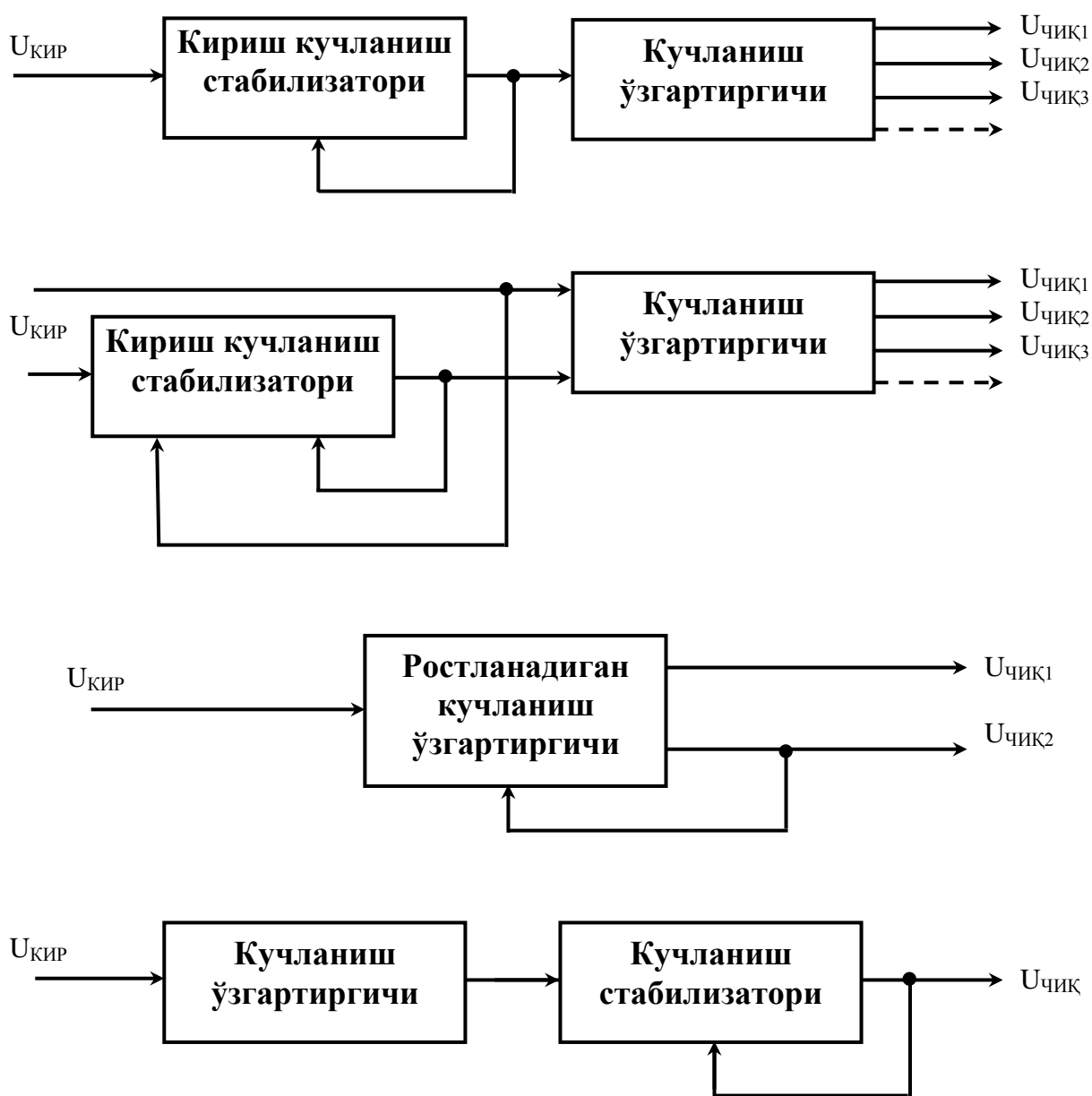
Кичик ҳажмли электр таъминоти манбаларини куриш учун куч транзисторлари юқори вольтли бўлиши ($U_{КЭ.макс.рух} > 350 \dots 400 \text{ В}$), $I_K = 5 \dots 10 \text{ А}$ коллектор тоқларини ўтказиши, кичик $U_{КЭ.тўй} = 1 \dots 2 \text{ В}$ тўйиниш кучланишларига эга бўлиши, инверторнинг 50...100 кГц ва ундан юқори частоталарда ишлай олишини таъминлаши керак. Тўғрилаш диодлари юқори частотали ($f > 50 \dots 100 \text{ кГц}$) ва кичик вақтли қайта уланишга эга бўлиши керак.

Радиоэлектрон аппаратураларнинг нормал ишлаши учун стабил тоқлар ва кучланишлар зарур. Электр таъминоти манбалари ўзгартиргичлари чиқишидаги кучланиш эса кириш таъминот кучланиши ўзгарганида ўзгаради [10].

Бу билан электр таъминоти манбалари ўзгартиргичларида стабилизаторларнинг қўлланилиши зарурати юзага келади.

Стабилловчи ўзгартиргичлар деб кириш таъминот кучланиши ва чиқиш занжири юклама токи ўзгарганида чиқишида берилган аниқликдаги $U_{\text{ЧИҚ}}$ ўзгармас кучланишни таъминлайдиган қурилмага айтилади.

Ўзгартиргичларда кучланишни стабиллаш турли услубларда амалга оширилади. Стабилловчи кучланиш ўзгартиргичларининг тузилиш схемалари 2.15–расмда келтирилган.



2.15–расм. Стабилловчи кучланиш ўзгартиргичларининг тузилиш схемалари

Одатда, битта ўзгартиргич ўз чиқишида бир неча кучланишларни, яъни бир неча таъминот каналларини шакллантиради (2.15,а–расм).

Марказлаштирилган вольт қўшишли стабилизаторли ўзгартиргичлар (2.15,а–расм) чиқишида 100 Вт атрофидаги қувватни таъминлайди.

Ростланадиган ўзгартиргич ёрдамида бир неча чиқиш каналларини марказлаштирилган стабиллашли ўзгартиргичлар тежамлироқ ҳисобланади (2.15,в–расм). Бу ўзгартиргичда ўзгартириш ва стабиллаш умумлаштирилган бўлиб, бунинг ҳисобига фойдали иш коэффициентлари ортади. У кенглик–импульсли модуляция режимида ишлайди.

Марказлаштирилмаган стабиллаш услубида кириш кучланиши тўғридан–тўғри ўзгартиргичга берилади, чиқишда эса ҳар бир каналга алоҳида чизиқли ёки импульсли стабилизатор қўйилади (2.15,в–расм). Чиқиш кучланиши бу схемада юқори стабилликка, фойдали иш коэффициенти паст қийматга эга бўлади.

Стабилланган ўзгармас кучланиш ўзгартиргичга берилади ва унинг чиқишидаги кучланиш стабил ушлаб турилади.

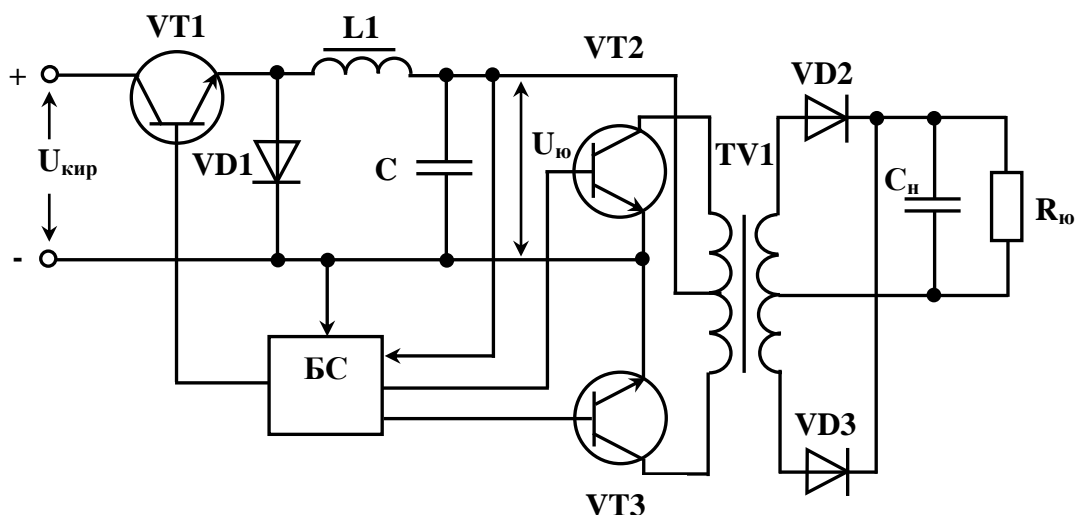
Стабиллашнинг бу услуби кўп каналли электр таъминоти манбаларида ўзгартиргичдан бир неча бир стабилланган (3...5 %) чиқиш кучланишларини олиш зарурати булганида қўлланилади. Бу схемада стабиллаш узлуксиз ва импульсли режимларда амалга оширилиши мумкин

Биринчи услуб бўйича қурилган схемалар кичик фойдали иш коэффициентига эга бўлгани учун 2 Втгача қувватдаги электр таъминоти манбаларида қўлланилади.

Марказлаштирилган импульсли ўзгартиргичлар тежамлироқ ҳисобланади. Бундай ўзгартиргичлар ўнлаб ваттларгача чиқиш қувватли кўп каналли электр таъминоти манбаларида қўлланилади.

Чиқиш кучланишини импульсли услубда стабилланадиган ўзгартиргичлар энг тежамли ҳисобланади. Бунда куч транзисторларининг импульсли ишлаш режими фойдали иш коэффициенти оширади, частотанинг 300 кГцгача оширилиши эса унинг ҳажмини ва массасини камайтиради.

Импульсли стабилизаторли киришли ўзгартиргичнинг принципал схемаси 2.16–расмда келтирилган.



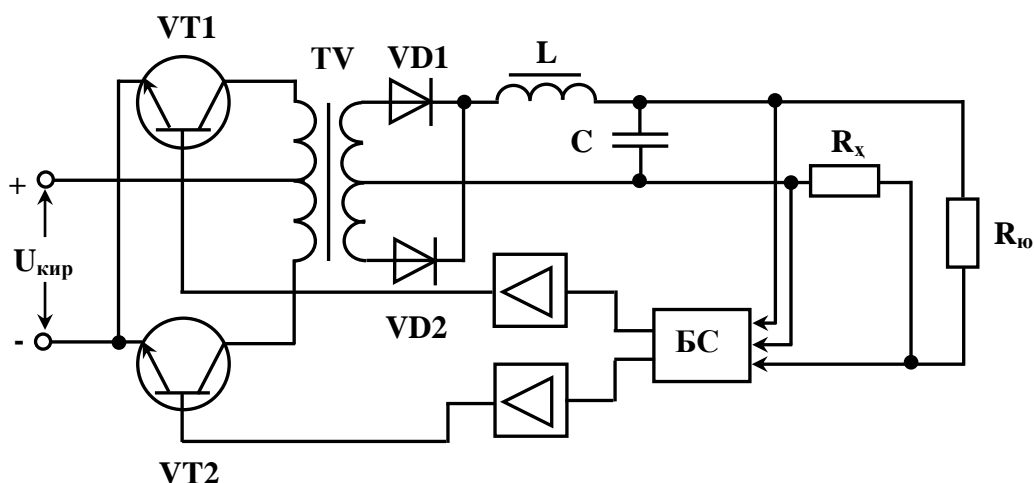
2.16–расм. Импульсли стабилизаторли киришли ўзгартиргичнинг принципиал схемаси

У 2.15,а–расмда келтирилган тузилиш схемаси бўйича йиғилган ва VT1 транзистордаги импульсли стабилизатордан, VD диод, L дроссел ва C конденсатордан иборат демодуляцияловчи филтрдан, VT1 ростловчи транзистор ва VT2 ҳамда VT3 транзисторлардаги икки тактли кучайтиргични қайта уланиш режимларини бошқарадиган BC бошқариш схемасидан ташкил топган.

Схеманинг ишлаш принципи қуйидагича. Ўзгармас $U_{\text{кир}}$ кириш кучланиши VT1 транзистордаги импульсли стабилизатор киришига берилади ва унинг чиқишидан LC қилтр орқали мустақил қўзғатишли кучланиш ўзгартиргичи вазифасини бажарадиган VT2 ва VT3 транзисторлардаги қувват кучайтиргичи киришига берилади.

Унда ўзгармас кучланиш ноли паузасиз тўғри бурчакли ўзгарувчан кучланишга ўзгартирилади. TV1 трансформаторнинг иккиламчи чўлғамидаги трансформацияланган кучланиш VD2 ва VD3 диодлардаги икки тактли тўғрилагичга берилади, тўғриланади ва $C_{\text{н}}$ сиғим филтлда силлиқланади.

Ростланадиган икки тактли ўзгартиргичнинг принципиал схемаси 2.17–расмда келтирилган. У 2.15,в–расмда келтирилган тузилиш схемаси бўйича йиғилган. Ўзгармас $U_{\text{кир}}$ кириш кучланиши дастлаб VT1 ва VT2 транзисторлардаги ўзгартиргичга берилади.



2.17–расм. Ростланадиган икки тактли ўзгартиргичнинг принципиал схемаси

Ўзгартиргич ишини бошқариш бошқариш схемасидан кенглик бўйича модуляцияланган импульсларни берилиши орқали амалга оширилади. Бу импульслар $R_{ю}$ юкламадаги чиқиш кучланишини назорат қилади ва импульслар кенглигини шундай ўзгартириладики, $U_{квир}$ кириш кучланиши ёки юклама токи ўзгарганида чиқиш кучланишининг ўртача қиймати берилган аниқликда ўзгармас ушлаб турилади.

Интеграл микросхемалар ростланадиган ўзгартиргичда бошқариш схемалари сифатида қўлланилиши мумкин. Лекин, интеграл микросхемаларнинг чиқиш тоқлари қувватли куч транзисторларини бошқариш учун етарли бўлмайди. Шунинг учун, бошқариш схемасидан кейин сигнал кўшимча кучайтиргичда кучайтирилади ва кучайтирилган фарқ сигнали қувватли куч транзисторларининг киришларига берилади. Ўзгартиргичда қувватли куч транзисторларини ток бўйича ортиқча юкланишдан ёки қисқа туташувдан ҳимоялаш бошқариш схемасидан $R_{хим}$ ҳимоя резисторидан ортиқча юкланиш ҳақида сигнал олиниши орқали амалга оширилади.

3. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ МАНБАИНИНГ ТУЗИЛИШ СХЕМАСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Ишлаб чиқиладиган электр таъминоти манбаи товуш частотаси қуввати кучайтиргичи ва бошқа ўхшаш аппаратураларни ± 12 В ва ± 24 Вли кучланишлар билан таъминлашга мўлжалланган.

Электр таъминоти манбаининг тузилиш схемаси 3.1-расмда, кучланишлар вақт диаграммалари эса 3.2-расмда келтирилган.

Электр таъминоти манбаининг тузилиш схемаси қуйидаги асосий тугунлардан ташкил топган:

- ТЧ – ток чеклагичи;
- ҲСФ – ҳалақитларни сўндириш фильтри;
- ТКТ – тармоқ кучланиши тўғрилагичи;
- ПЧФ – паст частота фильтри;
- И – инвертор;
- БҚ – бошқариш қурилмаси;
- ЧТ1, ЧТ2 – чиқиш каналлари тўғрилагичлари;
- ЧФ1, ЧФ2 – чиқиш каналлари фильтрлари.

Инвертор қуйидаги қисмлардан ташкил топган:

- ДЗ – демпфирловчи занжир;
- Ком – коммутатор;
- КТр – куч трансформатори.

Ўз навбатида бошқариш қурилмаси қуйидаги қисмлардан ташкил топган:

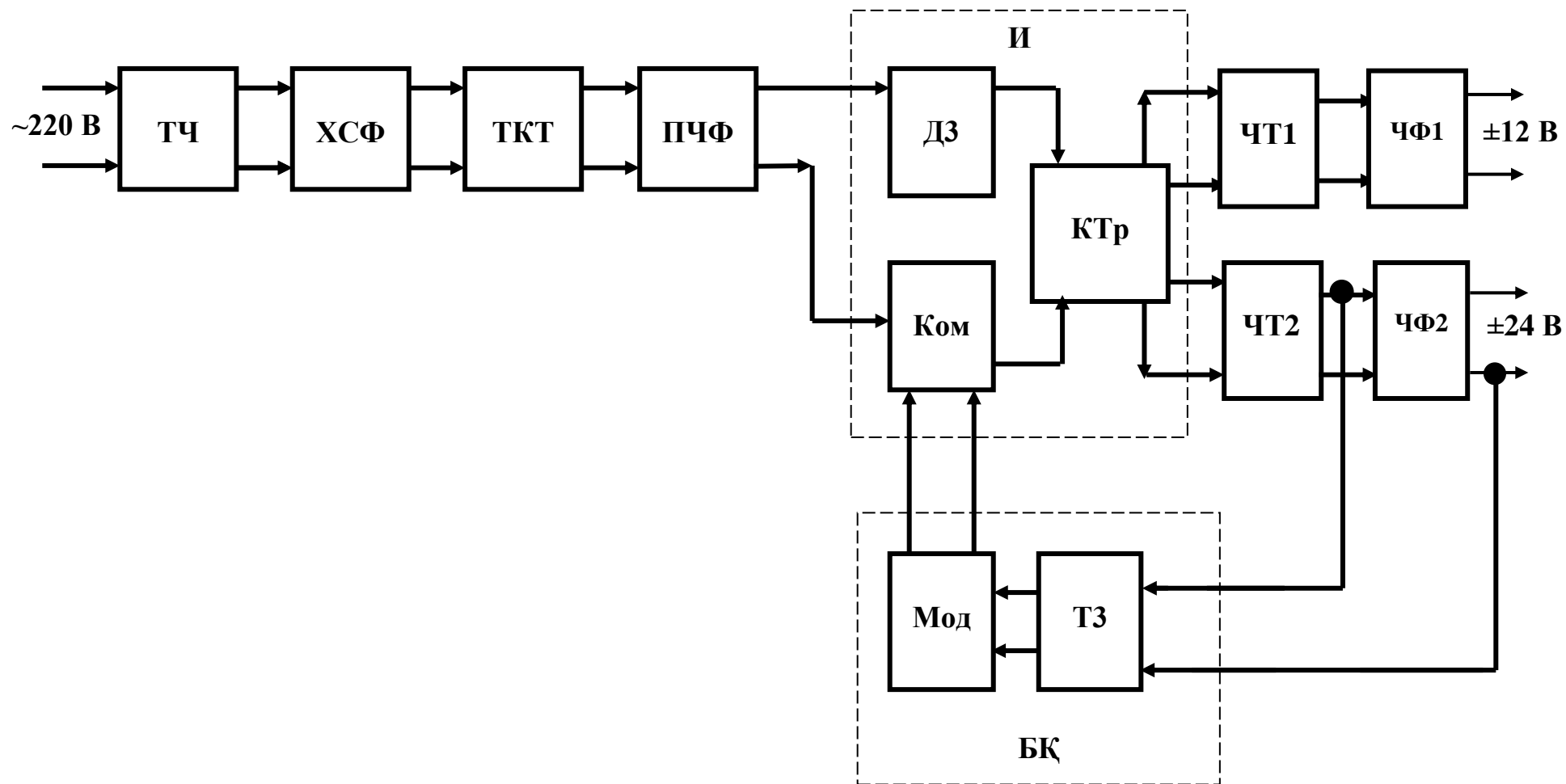
- Мод – модулятор;
- ТЗ – таққословчи занжир.

220 В номиналдаги ва 50 Гц частотали тармоқ кучланиши (3.2,а-расм) ток чеклагичи (ТЧ) ва ҳалақитларни сўндириш фильтри (ҲСФ) орқали (3.2,б-расм) тармоқ кучланиши тўғрилагичига берилади. ТЧ таъминот манбаи тармоққа уланганида токнинг кескин ортишини чеклайди. ҲСФ эса таъминот манбаидан тармоққа ва аксинча тармоқдан таъминот манбаиға ўтиши мумкин бўлган юқори частотали ҳалақитлар сатҳини камайтириш (сўндириш) учун хизмат қилади.

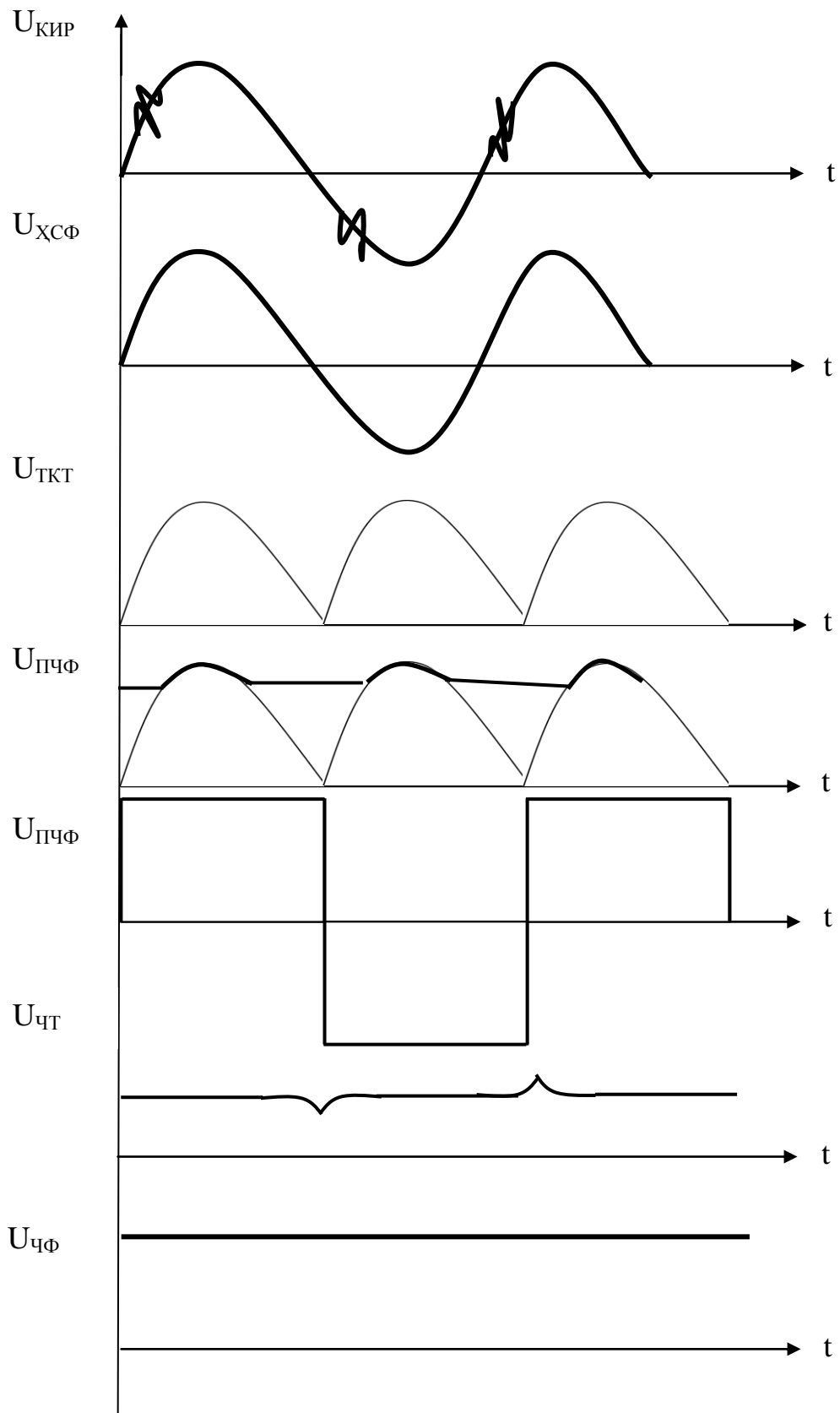
Тармоқ кучланиши тармоқ кучланиш тўғрилагичида (ТКТ) тўғрилади, (3.2,в-расм) паст частотали филтёрда (ПЧФ) (3.2,г-расм) силликланади ва юқори частотали куч трансформаторли инверторга берилади. Инвертор таркибидаги кирувчи занжир (ДЗ) куч трансформатори бирламчи чўлғамида коммутатор ёпиқ бўлганида йиғилган энергияни компенсациялаш учун хизмат қилади. К коммутатор қайта уланиш режимида ишлайдиган юқори қувватли майдоний транзистор асосида йиғилади. Инверторнинг КТр куч трансформатори иккиламчи чўлғамларида турли номиналлардаги тўғри бурчакли импульсли кучланишлар шаклланади (3.2,д-расм).

Куч трансформатори иккиламчи чўлғамларидаги кучланишлар ЧТ1 ва ЧТ2 чиқиш тўғрилагичларида тўғриланади (3.2,е-расм), ЧФ1 ва ЧФ2 паст частотали филтёрларда силликланиб (3.2,ж-расм) мос равишда $\pm 12\text{В}$ ли кучланиш дастлабки кучланиш каскадига, $\pm 24\text{В}$ ли кучланиш эса охириги қувват кучайтиргич каскадига берилади..

Тескари алоқа кучланиши таъминот манбаи чиқишидан таққословчи занжар (ТЗ) ва модулятордан (Мод) иборат бошқариш қурилмасига (БК) кириш кучланиши, юклама токи ва схема компонентларини параметрларининг ҳарорат бўйича ностабиллиги ўзгарганида чиқиш кучланишини ростланишини ва стабилланилишини таъминлайди.



3.1-расм. Электр таъминоти манбаининг тузилиш схемаси



3.2-расм. Электр таъминоти манбаининг вақт диаграммалари

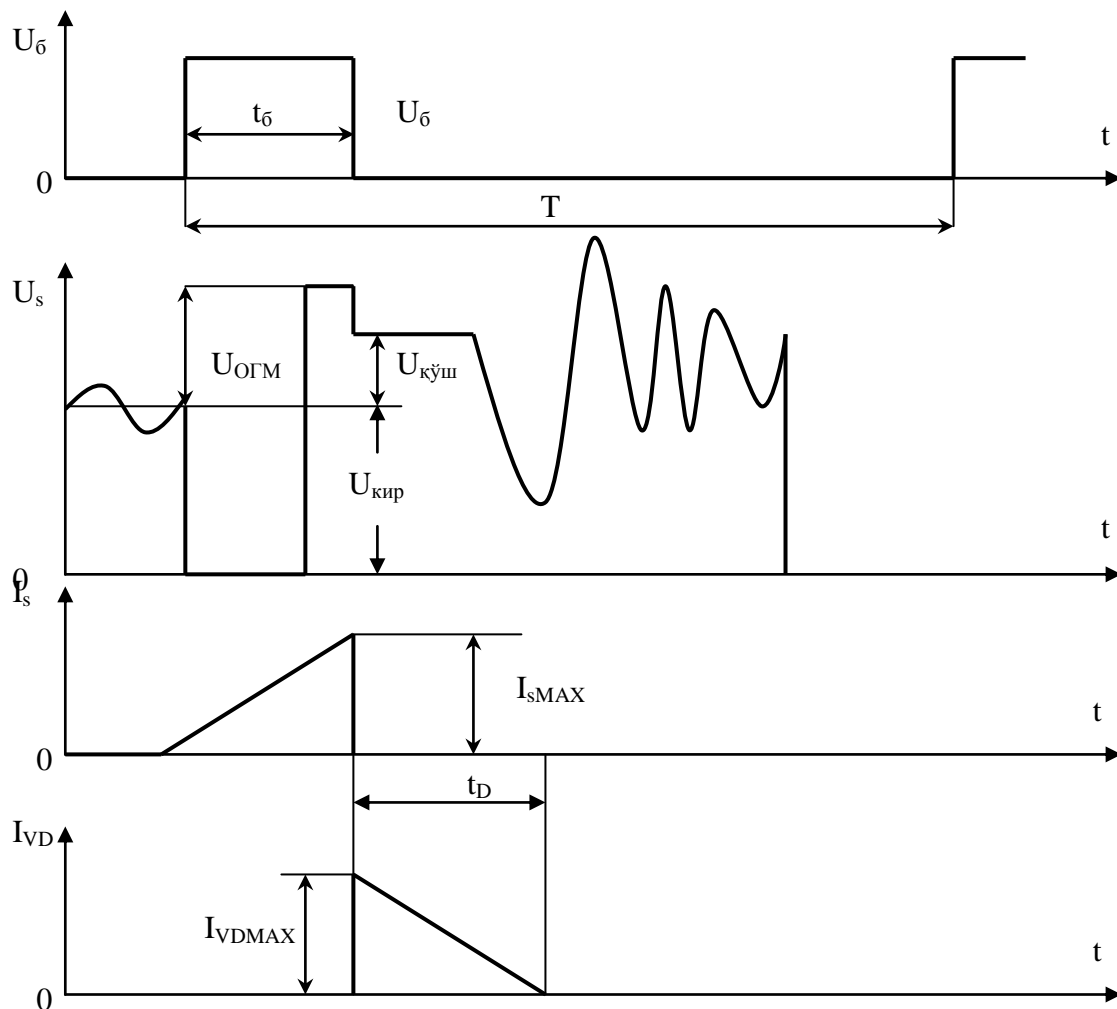
4. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ МАНБАИНИНГ ПРИНЦИПАЛ СХЕМАСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА ҲИСОБЛАШ

Ҳозирги кунда кўплаб импульсли таъминот манбаиларининг асоси бир тактли тескари йўлли ўзгартиргичлар (БТТЙЎ) ҳисобланади. Улар кичик қувватли (0,1...10Вт) ва ўрта қувватли (10...200Вт) соҳаларида оптимал нарх-сифат кўрсаткичларни таъминлайди. Изоляцияланган затворли майдоний транзисторларнинг пайдо бўлиши ва нархларнинг камайиши, уларнинг параметрларининг яхшиланиши муносабати билан кенг қўлланилмоқда. БТТЙЎни бошқариш занжири бошқа ўзгартиргичларга нисбатан анча арзон.

Ростлаш усули бўйича БТТЙЎлар рельели ва кенглик – импульсли модуляцияли бўлиши мумкин. Кенглик – импульсли модуляцияли ростлаш усулини ва куч трансформатори магнит оқими узилишли иш режимини танлаймиз (4.1-расм). 4.1-расмдаги диаграммада Ком коммутатор токи нолдан бошлаб максимал қийматгача ўзгаради. Коммутатор токи нолга тенг бўлганида очилиш momenti трансформатор магнит ўзагида магнит оқимини мавжуд эмаслигини билдиради. Бу ерда шунингдек, токнинг кескин ўзгариши бўлиб ўтади, лекин унинг тўғрилаш диодининг тескари қайта тикланиши токига боғлиқ бўлмаган ташкил этувчиси мавжуд бўлмайди. Чунки диод коммутация моментигача ёпиқ бўлади. Юкламага энергияни узатилиш босқичи тўғрилаш диодининг токи нолгача камайганида тугайди. Бу моментга келиб трансформатор магнит ўзагида магнит оқими ҳам тўхтади. Шундан кейин навбатдаги импульсгача токсиз пауза бўлиб ўтади. Кейин жараёнлар такрорланади.

4.2-расмдаги электр таъминоти манбаининг принципал схемасида ҳалақитларни сўндириш фильтри $L1$ дроссель ва $C1-C3$ конденсаторлардан ташкил топган бўлиб, дроссель ва $C3$ конденсатор синфаз ҳалақитларни, $C1$, $C2$, $C4$ конденсаторлар эса носимметрик ҳалақитларни сўндириш учун хизмат қилади.

$VD1...VD4$ диодларда тармоқ кучланиши тўғрилагичи йиғилган. $R1$ резистор $C5$ конденсаторнинг ишга тушиш токини чеклайди.



4.1-расм. Магнит оқими узилишли иш режимининг вақт диаграммалари

Электр таъминоти манбаи тармоққа уланганида R1 совуқ бўлиб, унинг қаршилиги максимал бўлади. C5 конденсатор зарядлана бориши билан R1 резистор қизийди ва унинг қаршилиги камаяди. Шундай қилиб, C5 конденсаторнинг ишга тушиш momentiдаги ток R1 катта қаршилик билан чекланади, ўрнатилган режимда унинг қаршилиги кам бўлади ва ўзгартиргич ишига деярли таъсир қилмайди. FU1 сақлагич элементларидан қайсидир бири ишдан чиққандан авария ҳимояси вазифасини бажаради.

Электр таъминоти манбаи ўзгартиргичи стандарт схемада уланган КР1033ЕУ15А КИМ- котроллер асосида йиғилган. Бундай электр таъминоти манбаининг ўзига хос фарқли хусусияти қувватли майдоний транзисторнинг ток датчиги сифатида ишлатилиши ҳисобланади. DA1 микросхема чиқишида (6- чиқиш) юқори сатҳ бўлганида VT1 транзистор очик бўлади. Транзистордаги

кучланишнинг тушиши унинг очик каналининг қаршилиги ва трансформатор 1-2 чўлғамлари токининг кўпайтмаси орқали аниқланади. R9 ва R10 резисторлар уланиш нуқталаридаги кучланиш VT1 транзистор ва VD8 диодлардаги кучланишларнинг тушишлари йиғиндисига тенг бўлади. R10R11 резистив бўлгичдан бу кучланиш DA1 микросхеманинг токни назорат қилиш киришига (3-чиқиш) берилади. C11 конденсатор VT1 транзисторнинг очилиши келтириб чиқарилган. R11 резистордаги кучланишни кескин ўзгаришини силлиқлайди.

VD8 диоддаги кучланишнинг тушувини доимий ҳисобланса, DA1 микросхема 3-чиқишидаги кучланиш трансформаторнинг 1-2 чўлғамидаги токка чизиқли боғлиқ бўлади деб олиш мумкин. Бу ток бўйича бошқариўни амалга оширишга ва уни ўта юкланишда чеклашга имкон беради. Бундан ташқари ишлаб чиқарилган схемотехник ечим транзистор ҳарорати ортганида токни чеклаш бўсағасини камайтиришга имкон беради, чунки бу ҳолда унинг очик каналининг қаршилиги ортади, демак, DA1 микросхеманинг 3-чиқишидаги кучланиш ҳам ортади.

C9, C10, C12 конденсаторлар, R7, R8 резисторлар, VD8 диод ва TV1 трансформаторнинг 3-4 чўлғами ёрдамида DA1 микросхемани ишга тушириш ва ўрнатилган режимда уни таъминлаш амалга оширилади. Чиқиш бўйича ўта юкланиш вужудга келган ҳолатда VT1 транзисторнинг очик ҳолати қисқаради, бу DA1 микросхеманинг 7-чиқишидаги кучланишни ўчирилиш сатҳидан пастга камайишга олиб келади. Натижада DA1 микросхема кутиш режимига ўтади. Демак, DA1 микросхема истеъмол қиладиган ток 0,5 мА дан кам бўлади. DA1 микросхеманинг 7- чиқишидаги кучланиш C10 ва C12 конденсаторларни R7 резистор орқали зарядланиши билан орта бошлайди.

DA1 микросхеманинг 7-чиқишидаги кучланиш микросхеманинг ёқиши сатҳига етиши билан, у VT1 транзистор затворига бошқариш импульслари кетма-кетлигини беради. Агар таъминот манбаи чиқишидаги ўта юкланиш бу моментга келиб тузатилган бўлса, 7-чиқишдаги кучланиш TV1 трансформаторнинг 3-4 чўлғамидан VD7 диод орқали C10 ва C12 конденсаторларнинг зарядланиши ҳисобига ушлаб турилади. Қарама-қарши ҳолда C10 ва C12 конденсаторларнинг зарядсизланади ва қайта ишга тушириш цикли такрорланади. Ўта юкланишдан

бундай химоя усули чиқишда қисқа туташув бўлганида VT1 транзистор ва VD9, VD10 диодлардаги тарқаладиган қувватни камайтиришга имкон беради. R14 резистор, C13 конденсатор ва VD6 диод демпфирловчи занжирни ташкил қилади. R3, R4 резисторлар DA1 микросхемани хатоликларни кучайтиргичининг кучланиш бўйича узатиш коэффициентини ўрнатади. U1 оптрон кучланиш бўйича манфий тескари алоқа ҳалқасида гальваник ажратишни амалга оширади. DA2 микросхема ва R1...R19 резисторлар таққослаш занжири вазифасини бажаради. VD9...VD10 диодлар ва C14...C17 конденсаторлар мос равишда чиқиш тўғрилагичлари ва филтрлари вазифасини бажаради. L2...L3 дросселлар ва C18, C19 конденсаторлар ўзгартириш частотасили ташкил этувчиларни сўндиради.

Тузилиш схемасига асосланган электр таъминоти манбаининг принципиал схемасини топшириқда берилган қуйидагилар бўйича ҳисоблаймиз:

- ўзгарувчан тармоқ кириш кучланиши $U_{\approx\text{кир}} = 174...265 \text{ В}$;
- чиқишлардаги икки қутбли ўзгармас кучланишлар $U_{\text{чик.1}} = \pm 24 \text{ В}$, $U_{\text{чик.2}} = \pm 12 \text{ В}$.
- максимал юклама токлари $I_{\text{чик.1}} = 1,5 \text{ А}$, $I_{\text{чик.2}} = 0,5 \text{ А}$.

4.1. Тармоқ кучланиши тўғрилагичи ва паст частотали филтр

R4 терморезистор сифатида 75 Омли терморезисторни ва ҳалақитларни сўндириш филтри сифатида стандарт ДФ110 ПЦ дросселни ва $C1 = C2 = 2200 \text{ пф}$, $C3 = 0,1 \text{ мкф}$ сиғимли конденсаторларни танлаймиз. Кириш кучланишининг тўғриланаган $U_{\text{т.к}}$ кучланишининг максимал ва минимал қийматларини аниқлаймиз:

$$U_{\text{т.к.макс}} = \sqrt{2} \cdot U_{\approx\text{кир.макс}} = \sqrt{2} \cdot 265 = 375 \text{ В}$$

$$U_{\text{т.к.мин}} = \sqrt{2} \cdot U_{\approx\text{кир.мин}} - 2U_{\text{VD}} - U_{\approx} = \sqrt{2} \cdot 174 - 2 \cdot 1 - 40 = 205 \text{ В}$$

бу ерда $U_{\text{VD}} = 1 \text{ В}$ – тармоқ кучланиши тўғрилагичи диодида тўғри йўналишдаги кучланишнинг тушиши;

$U_{\approx} = 50 \text{ В}$ – C5 конденсатордаги кучланишнинг ўзгариши (одатда, 20...50 В олинади).

VD1 – VD4 тўғрилаш диодларини танлаймиз.

Тармоқ кучланиши тўғрилагичи диодларидаги максимал тескари кучланиш тўғриланган максимал кучланишга тенг бўлади:

$$U_{\text{тес.макс}} = U_{\text{т.к.макс}} = 375 \text{ В}$$

Диоддан тўғри йўналишда ўртача оқиб ўтадиган ток қуйидагига тенг бўлади:

$$I_{\text{VD.тўғ.ўр}} = U_{\text{ю}} \cdot I_{\text{ю}} / (2 \cdot U_{\text{т.к.мин}} \cdot \eta) = 24 \cdot 1,5 / (2 \cdot 204 \cdot 0,8) = 0,11 \text{ А}$$

бу ерда η – электр таъминоти манбаи ўзгартиргичининг фойдали иш коэффициенти (замонавий ўзгартиргичлар учун $\eta = 0,75...0,9$ ни ташкил этади).

Диодлар шундай танланадики, уларнинг максимал кучланишлари ва токлари ҳисобланган қийматлардан 2...10 марттага ортиқ бўлиши керак. Бизнинг ҳолда тўғри йўналишдаги максимал токи 1 А ва максимал тескари кучланиши 800 В бўлган КД243Е диодлари шартларга жавоб беради.

C5 конденсаторнинг сиғимини аниқлаймиз:

$$C5 = 0,5 \cdot U_{\text{ю}} \cdot I_{\text{ю}} / (U_{\approx \text{т.к.мин}} \cdot \eta \cdot f_{\text{т}} \cdot m \cdot U_{\approx}) = 0,5 \cdot 24 \cdot 1,5 / (204 \cdot 0,8 \cdot 50 \cdot 2 \cdot 40) = \\ = 32 \text{ мкф}$$

бу ерда $f_{\text{т}} = 50 \text{ Гц}$ – ўзгарувчан тармоқ кучланиши;

$m = 2$ – ўзгарувчан тармоқ кучланиши даври мобайнидаги тўғриланган кучланишнинг ярим даврлари сони.

Сиғимни 20 фоизларга четланишларини ҳисобга олиб, 450 В кучланишга мўлжалланган 47 мкф сиғимли К50-71 турдаги конденсаторни танлаймиз.

Максимал тўлдириш коэффициентини аниқлаймиз:

$$\gamma_{\text{макс}} = U_{\text{кўш}} / (U_{\text{кўш}} + U_{\text{т.к.мин}} - U_{\text{СИ}}) = 75 / (75 + 204 - 5) = 0,27$$

бу ерда $U_{\text{кўш}} = 75 \text{ В}$ – энергия юкламага узатилаётганда таъминот кучланишига нисбатан транзистордаги кучланишнинг ортиши қиймати (50...150 В чегараларда танланади);

$U_{\text{СИ}}$ – майдоний куч транзисторидаги кучланишнинг тушиши (дастлабки ҳисоблар учун 5В га тенг олинади).

4.2. Юқори частотали куч трансформатори

TV1 импульсли трансформатор 1-2 чўлғамининг максимал токини ҳисоблаймиз:

$$I_{1.и} = 2,1 \cdot U_{\text{ю}} \cdot I_{\text{ю}} / (\gamma_{\text{макс}} \cdot U_{\text{т.к.мин}} \cdot \eta) = 2,1 \cdot 24 \cdot 1,5 / (0,27 \cdot 204 \cdot 0,8) = 1,69 \text{ А}$$

1-2 чўлғам токининг таъсир этувчи қийматини аниқлаймиз:

$$I_1 = I_{1.и} \cdot \sqrt{\gamma_{\text{макс}} / 3} = 1,69 \cdot \sqrt{0,27 / 3} = 0,51 \text{ А}$$

Трансформациялаш коэффициентини ҳисоблаймиз:

$$\begin{aligned} n = w_2 / w_1 &= (U_{\text{ю}} + U_{\text{VD9}}) \cdot (1 - \gamma_{\text{макс}}) / [(U_{\text{т.к.мин}} - U_{\text{СИ}}) \cdot \gamma_{\text{макс}}] w_1 = \\ &= (24 + 1) \cdot (1 - 0,27) / [(204 - 5) \cdot 0,27] = 0,34 \end{aligned}$$

бу ерда $U_{\text{VD9}} = 1 \text{ В}$ – VD9 диодда тўғри йўналишда кучланишнинг тушиши.

Куч трансформатори иккиламчи чўлғами ва VD9 диодд токининг таъсир этувчи қийматини ҳисоблаймиз

$$I_2 = I_1 / n \cdot \sqrt{(1-\gamma_{\text{макс}}) / 3} = 1,69 / 0,34 \cdot \sqrt{(1-0,27) / 3} = 0,51 \text{ А}$$

1-2 бирламчи чўлғамнинг индуктивлигини ҳисоблаймиз:

$$L_1 = \gamma_{\text{макс}} \cdot U_{\text{т.к.мин}} / I_{1.и} \cdot f_{\text{ўзг}} = 0,27 \cdot 204 / 1,69 \cdot 20000 = 1,65 \text{ мГн}$$

бу ерда $f_{\text{ўзг}} = 20000$ Гц – ўзгартириш частотаси (катта модуляция чуқурлиги ҳисобига салт ишлашда чиқиш кучланишини ушлаб турилишини таъминлаш учун ўзгартириш частотаси нисбатан кичик танланади).

1-2 бирламчи чўлғамнинг ўрамлари сонини аниқлаймиз.

2xМП140-4 КП24x14x7 магнит ўтказгичини танлаймиз. Магнит линиясининг ўртача узунлиги $\lambda_s = 5,48$ см, кўндаланг кесими юзаси $S_c = 0,684 \text{ см}^2$, нисбий магнит сингдирувчанлиги $\mu_r = 140$:

$$w_1 = 10^4 \cdot \sqrt{L_1 \cdot \lambda_s / (1,26 \cdot \mu_r S_c)} = 10^4 \cdot \sqrt{0,00165 \cdot 5,48 / (1,26 \cdot 140 \cdot 0,684)} = 86,67$$

Олинган сонни яқиндаги катта бутун жуфт сонга яхлитлаш зарур, шунинг учун $w_1 = 88$ оламиз.

Импульс вақти давомидаги магнит индукциясининг ўзгаришини аниқлаймиз:

$$\Delta B = 10^4 \cdot \gamma_{\text{макс}} \cdot U_{\text{т.к.мин}} / w_1 \cdot f_{\text{ўзг}} \cdot S_c = 10^4 \cdot 0,27 \cdot 204 / 88 \cdot 0,684 \cdot 20000 = 0,46 \text{ Тл}$$

Бошқариш қурилмасининг электр таъминоти учун трансформаторнинг 3-4 чўлғамининг трансформациялаш коэффициентини ҳисоблаймиз:

$$\begin{aligned} n_6 &= w_6 / w_1 = (U_6 + U_{\text{VD7}}) \cdot (1 - \gamma_{\text{макс}}) / [(U_{\text{т.к.мин}} - U_{\text{СИ}}) \cdot \gamma_{\text{макс}}] w_1 = \\ &= (14 + 1) \cdot (1 - 0,27) / [(204 - 5) \cdot 0,27] = 0,2 \end{aligned}$$

бу ерда $U_6 = 14$ В – бошқариш занжири таъминоти кучланиши;

$U_{\text{VD7}} = 1$ В – VD7 диодда тўғри йўналишда кучланишнинг тушиши.

Қолган чўлғамларнинг ўрамлари синини аниқлаймиз:

$$w_2 = n \cdot w_1 = 0,34 \cdot 88 = 30,44$$

$w_2 = 30$ оламиз

$$w_6 = n_6 \cdot w_1 = 0,2 \cdot 88 = 17,6$$

$w_6 = 18$ оламиз

Чўлғамлар симларининг диаметрларини ҳисоблаймиз:

Изоляцияланган симнинг диаметрини бирламчи чўлғамни ўзакнинг ички айланаси бўйлаб ўрамга ўрам битта қатлам жойлаштириш шартидан келиб чиқиб аниқланади.

$$d_{1.из} = \pi \cdot d_{ич.м} / w_1 = 3,14 \cdot 13 / 88 = 0,46 \text{ мм}$$

Яқинроқ стандартдаги 0,4 ммли (изоляциясиз) ПЭТВ-2 симини танлаймиз. Унинг 1 метрининг қаршилиги $\rho_{w1} = 0,142 \text{ Ом/м}$ ни ташкил қилади. Симнинг кесими қуйидагича ҳисобланади:

$$S_{w1} = \pi \cdot d_{w1}^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,4^2 / 4 = 0,127 \text{ мм}^2$$

Токнинг зичлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$j = I_1 / S_{w1} = 0,51 / 0,127 = 4 \text{ А/мм}^2$$

Бирламчи 1 – 2 чўлғам симини ҳисоблаймиз:

$$b_1 = [4 \cdot 7 + (24 - 13)] \cdot 88 = 3,43 \text{ м}$$

Бирламчи чўлғамдаги қувват йўқотилишини ҳисоблаймиз:

$$P_{w1} = I_1^2 \cdot \rho_{w1} \cdot b_1 = 0,51^2 \cdot 0,142 \cdot 3,43 = 0,76 \text{ Вт}$$

Иккиламчи чўлғам симининг диаметрини аниқлаймиз:

$$d_2 = 1,13 \cdot \sqrt{I_2 / j} = 1,13 \cdot \sqrt{2,4 / 4} = 0,88 \text{ мм}$$

1,0 мм диаметрли симни танлаймиз. Унинг 1 метрининг қаршилиги $\rho_{w2} = 0,012$ Омни ташкил қилади.

Иккиламчи 5 – 6 чўлғам симининг узунлигини ҳисоблаймиз:

$$b_2 = [4 \cdot 8 + (26 - 11)] \cdot 30 = 1,4 \text{ м}$$

Иккиламчи чўлғамдаги қувват йўқотилишини ҳисоблаймиз:

$$P_{w2} = I_2^2 \cdot \rho_{w2} \cdot b_2 = 2,4^2 \cdot 0,012 \cdot 1,4 = 0,0833 \text{ Вт}$$

Куч трансформаторидаги умумий қувваи йўқотилишини ҳисоблаймиз:

$$P_{TV1} = 2 \cdot (P_{w1} + P_{w2}) = 2 \cdot (0,76 + 0,0833) = 1,67 \text{ Вт}$$

4.3. Коммутатор

VT1 транзисторни танлаймиз. VT1 транзистор токининг таъсир этувчи қиймати трансформатор бирламчи чўлғами токининг таъсир этувчи қийматига тенг бўлади ($I_1 = 0,51 \text{ А}$). Транзистордаги максимал кучланиш, у ёпилганидан кейин қуйидагини ташкил қилади:

$$\begin{aligned} U_{\text{СИ.ЁП}} &= U_{\text{т.к.макс}} + (U_{\text{Ю}} - U_{\text{VD9}}) \cdot w_1 / w_2 + U_{\text{Ls}} = \\ &= 375 + (24 - 1) \cdot 88 / 30 + 25 = 473 \text{ В} \end{aligned}$$

бу ерда $U_{\text{Ls}} = 25 \text{ В}$ – трансформаторнинг индуктив тарқалиши ўзиндукциясининг электр юритувчи кучи.

Телевизорлар электр таъминоти манбаларида кенг қўлланиладиган КП728С1 транзисторни танлаймиз.

Транзистордаги статик қувват йўқотилиши қуйидагича аниқланади:

$$P_{VT1.СТАТ.} = R_{СИ.ОЧ} \cdot I_1^2 \cdot [1 + 0,007 \cdot (T_{П} - 25)] =$$

$$= 4 \cdot 0,51^2 \cdot [1 + 0,007 \cdot (120 - 25)] = 1,73 \text{ Вт}$$

бу ерда $R_{СИ.ОЧ} = 4 \text{ Ом} - 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ хароратдаги очик каналнинг қаршилиги;

$T_{П} = 120 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – транзистор кристалининг максимал харорати.

Транзисторнинг узлукли оқими режими танланганлиги боис, ёқилишдаги динамик йўқотишлар эътибога олинмайди.

Ёпилишдаги қувват йўқотишлар импульснинг камайиш вақтига ($t_{кам}$) боғлиқ. Ўз навбатида, у қайта уланишдаги DA1 КИМ – контроллери чиқиш токига боғлиқ бўлади. Жуда кичик камайиш вақти VT1 транзистор стокида кучланишнинг кескин ортишига ва бошқариш занжирларида яроқсизликларга олиб келиши мумкин. Шунинг учун камайиш вақти 100 ... 200 интервалларда танланади:

$$P_{VT1.ДИН.} = U_{СИ.ЁП} \cdot I_{И} \cdot t_{кам} \cdot f_{ўзг} / 2 = 473 \cdot 1,69 \cdot 10^{-7} \cdot 20\,000 / 2 = 0,8 \text{ Вт}$$

Транзистордаги умумий қувват ўхйўқотилишини ҳисоблаймиз:

$$P_{VT1.} = P_{VT1.СТАТ.} + P_{VT1.ДИН.} = 1,73 + 0,8 = 2,53 \text{ Вт}$$

4.4. Чиқиш тўғрилагичлари

Тўғрилаш диодларини танлаймиз. Диод токининг таъсир этувчи қиймати куч трансформатори иккиламчи чўлғами токининг таъсир этувчи қийматига тенг ($I_2 = 2,4 \text{ А}$) бўлади. Диодга қўйиладиган тескари кучланишни аниқлаймиз:

$$U_{VD9.ТЕС} = U_{VD10.ТЕС} = U_{Ю} + U_{СИ.ЁП} \cdot w_2 / w_1 = 24 + 473 \cdot 30 / 88 = 185,25 \text{ В}$$

Бинобарин, диоддан сезиларли катта ток оқиб ўтади. Шунинг учун уни катта заҳира билан танлаш зарур бўлади. Бу совуткичнинг ўлчамларини

каийтиришга имкон беради. Шунинг эътиборга олиб, 400 В тескари кучланишли ва тўғри йўналишда ўртача 5 А токли 2Д206 диодини танлаймиз.

Диодлардаги қувват йўқотилишини ҳисоблаймиз:

$$P_{VD} = 2 \cdot U_{VD9} \cdot I_2 = 2 \cdot 1 \cdot 2,4 = 4,8 \text{ Вт}$$

4.5. Бошқариш қурилмаси

R7 ишга тушириш резисторининг қаршилигини ҳисоблаймиз. R7 ишга тушириш резистори орқали бошқариш занжири конденсаторларининг (C9, C10, C12) зарядланиш токлари ва DA1 микросхеманинг 0,5 мА га тенг бўлган токи оқади. DA1 микросхеманинг ишга тушириш кучланиши ($U_{И.Т.}$) 16 В ни ташкил қилади. Ишга тушириш токини микросхеманинг ишга тушириш токининг иккиланган қийматига тенг (1 мА) деб оламиз. У ҳолда R7 ишга тушириш резисторининг қаршилиги қуйидагига тенг бўлади:

$$R7 = (U_{Т.К.МИН} - U_B) / I_{И.Т.} = (204 - 16) / 10^{-3} = 188 \text{ кОм}$$

E24 қатордан 180 кОм номинални танлаймиз. R7 резисторда тарқаладиган қувват ўрнатилган режимдаги максимал кучланишда қуйидагига тенг бўлади:

$$P_{R7} = (U_{Т.К.МИН} - U_B)^2 / R7 = (204 - 16)^2 / 180000 = 0,72 \text{ Вт}$$

Ток бўйича тескари алоқа занжири элементларини танлаймиз. Йўқотишларни ҳисоблаш учун фойдаланилган КП728С1 транзистор очик каналининг қаршилиги энг ёмон ҳол учун келтирилган. Ток бўйича тескари алоқа занжирларининг компонентларини танлашда максималдан 0,5 ... 0,8 га тенг бўлган намунавий қийматларни танлаш тавсия этилади. DA1 микросхеманинг 3-нчи чиқишидаги кучланиш (U_{3DA1}), яъни R11 резистордаги кучланишда ва максимал бўсағавий токда импульс узунлигининг чекланиши 1В ни ташкил қилади. Шундан келиб чиқиб, R11 резистор орқали оқиб ўтадиган ток 0,1...1 мА

чегараларда бўлади деб олиб, унинг номиналини 1,2 кОм га тенг танлаймиз. VD8 диоддаги кучланишнинг тушувини 0,6 В га тенг деб ҳисоблаб, R10 резисторнинг қаршилигини аниқлаймиз:

$$R10 = (0,75 \cdot R_{СИ} \cdot I_{1и} + U_{VD8} - U_{3DA1}) \cdot R11 / U_{3DA1} = \\ = (0,75 \cdot 4 \cdot 1,69 + 0,6 - 1) \cdot 1200 / 1 = 5,6 \text{ кОм}$$

R9 резистор пастки чегарасини бошқариш қурилмасининг номинал таъминот кучланишида ва VT1 транзисторда, VD8 диодда кучланишнинг минимал тушишида унда оқиб ўтадиган ток (I_{R9max}) 10 мА дан ошиб кетмаслигидан келиб чиқиб ҳисоблаймиз. R9 резисторнинг максимал қаршилиги шундай танланадики, DA1 микросхеманинг 7-нчи чиқишидаги кучланиш ўчириш кучланишига ($U_{\dot{y}ч}=10 \text{ В}$) яқин бўлганида ва очик VT1 транзистордаги максимал кучланишда VD9 диод очик бўлсин. Шундай қилиб, қуйидагига эга бўламиз:

$$U_6 / I_{R9,max} \leq R9 \leq [U_{\dot{y}ч} \cdot (R10 + R11)] / (0,75 \cdot R_{СИ} \cdot I_{1и} + U_{VD8}) - (R10 + R11);$$

$$14 / 0,01 \leq R9 \leq [10 \cdot (5600 + 1200)] / (0,75 \cdot 4 \cdot 1,69 + 0,6) - (5600 + 1200);$$

$$1400 \leq R9 \leq 5193$$

R9 резисторни 2,2 кОм номиналга тенг танлаймиз.

Затвор занжиридаги R12 резисторнинг қаршилигини ҳисоблаймиз.

Қайта уланиш вақти камайиш вақтига мос тушишини ҳисобга олиб, VT1 транзисторнинг қайта уланиши учун талаб қилинадиган DA1 микросхеманинг чиқиш токини ҳисоблаймиз:

$$I_3 = Q_3 / t_{кам} = 60 \cdot 10^{-9} / 100 \cdot 10^{-9} = 0,6 \text{ А}$$

бу ерда Q_3 - VT1 транзисторнинг затворидаги тўлиқ заряд.

$$R_{12} = U_6 / I_3 = 14 / 0,6 = 23,3 \text{ Ом}$$

R12 резисторни стандартга мувофиқ 22 Ом номиналга тенг танлаймиз.

Генератор элементларини танлаймиз.

KP1033EY15A микросхема хужжатларига мувофиқ генератор резистори (R6) номиналини 20 кОм га тенг танлаймиз ва генератор конденсаторининг (C7) сифимини қуйидагича ҳисоблаймиз:

$$C7 = 1,8 / (R6 \cdot f_{\text{ўзг}}) = 1,8 / (20000 \cdot 20000) = 4500 \text{ пф}$$

C7 конденсаторни стандартга мувофиқ 4700 пф номиналда танлаймиз.

DA1 микросхемада йўқотиладиган қувватни аниқлаймиз.

Коммутацияланадиган транзисторни бошқаришда йўқотиладиган қувватни ҳисоблаймиз:

$$P_{\text{затв}} = Q_3 \cdot U_6 \cdot f = 60 \cdot 10^{-9} \cdot 14 \cdot 20000 = 0,017 \text{ Вт}$$

Микросхемадаги йўқотишлар қуйидагига тенг бўлади:

$$P_{\text{МС}} = U_6 \cdot I_{\text{МС}} = 14 \cdot 0,02 = 0,28 \text{ Вт}$$

бу ерда $I_{\text{МС}}$ – микросхеманинг ёқилган ҳолатдаги истеъмол токи.

DA1 микросхемада йўқотиладиган умумий қувватни аниқлаймиз:

$$P_{\text{МС.ум.}} = P_{\text{затв}} + P_{\text{МС}} = 0,017 + 0,28 = 0,3 \text{ Вт}$$

Бу микросхемада максимал тарқаладиган қувватдан (1 Вт) кичик қиймат ҳисобланади.

Кучланиш бўйича тескари алоқа элементларини танлаймиз.

DA2 микросхеманинг таянч кучланиши 2,5 Вни ташкил этади. Чиқиш кучланиши таянч кучланишига бўлгич орқали таққосланади. Бўлгичнинг юқори

елкаси R17 ва R18 резисторлар, пастки елкаси эса R19 резистордан иборат. Бўлгич токи ($I_{\text{бўл}}$) 10 мА бўлганида бўлгичнинг пастки елкаси резисторининг қаршилиги қуйидагича ҳисобланади:

$$R19 = U_{\text{ТК. DA2}} / I_{\text{бўл}} = 2,5 / 0,01 = 250 \text{ Ом}$$

Бўлгичнинг юқори елкаси резисторларининг қаршиликларини аниқлаймиз:

$$R17 + R18 = (U_{\text{ю}} - U_{\text{ТК. DA2}}) / I_{\text{бўл}} = (24 - 2,5) / 0,01 = 2150 \text{ Ом}$$

Олинган натижадан келиб чиқиб, $R17 = 2,0 \text{ кОм}$ ва $R18 = 150 \text{ Ом}$ танлаймиз. R18 резистор ўрнатиладиган қаршиликли резистор бўлиб, юкламадаги кучланишни аниқ ўрнатиш учун хизмат қилади. Унинг қаршилигини 100...150 Ом чегараларда оламиз.

4.6. Демпфирловчи занжир

Трансформаторнинг тарқалиш индуктивлигини (L_s) 0,5...1,5 чегараларда бўлади деб оламиз. Максимал қийматни танлаймиз.

Маълумки, энергиянинг сақланиш қонуни бўйича қуйидагига эгамиз:

$$E_{L_s} = E_{C_d}$$

бу ерда E_{L_s} – энергия йиғилишини босқичининг охирида трансформаторнинг тарқалиш индуктивлигида йиғилган энергия;

$E_{C_d} - C_d$ конденсатордаги кучланишнинг берилган ўзгаришида ($\Delta U_{C_d} = U_{L_s} = 25$) демпфирловчи занжир конденсатори (C13) ютиши керак бўлган энергия.

Юқоридаги муносабатни қуйидагича очамиз:

$$L_s \cdot I_{\text{и}}^2 = C_d \cdot U_{C_d}^2$$

Ундан қуйидагига эга бўламиз:

$$C_d = C13 = L_s \cdot I_{in}^2 / \Delta U_{C_d}^2 = 1,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1,69^2 / 25^2 = 6855 \text{ пф}$$

Стандартга мувофиқ, 1000 В кучланишли ва 6800 пф сиғимли К78-2 конденсаторини танлаймиз.

С13 конденсатордаги кучланишнинг амплитудасини ҳисоблаймиз:

$$U_{C_d, \max} = (U_{ю} + U_{VD6}) \cdot w_1 / w_2 + \Delta U_{C_d} = (24 + 1) \cdot 88 / 30 + 25 = 98 \text{ В}$$

Демпфирловчи занжир R_d (R14) қаршилигини қуйидаги шартдан аниқлаймиз:

$$U_{C_d, \max} - \Delta U_{C_d} = U_{C_d, \max} \cdot e^{-1 / (R_d \cdot C_d \cdot f_{\text{ўзг}})}$$

Бундан R14 резисторнинг қаршилигини аниқлаймиз:

$$\begin{aligned} R_d = R14 &= -1 / \{C_d \cdot f_{\text{ўзг}} \cdot \ln [(U_{C_d, \max} - \Delta U_{C_d}) / U_{C_d, \max}]\} = \\ &= -1 / \{6,8 \cdot 10^{-9} \cdot 20000 \cdot \ln [(98 - 25) / 98]\} = 25,84 \text{ кОм} \end{aligned}$$

Ўзгартиргичнинг барча иш режимларида демпфирловчи конденсаторнинг разрядланишини таъминлаш учун R14 резисторнинг қаршилигини ҳисобланганидан икки марттага кичик, яъни $R14 = 12 \text{ кОм}$ танлаймиз.

R14 резистордаги кучланиш қуйидагига тенг бўлади:

$$U_{R14} = (U_{ю} + U_{VD6}) \cdot w_1 / w_2 = (24 + 1) \cdot 88 / 30 = 73 \text{ В}$$

R14 резисторда йўқотиладиган қувватни ҳисоблаймиз:

$$P_{R14} = U_{R14}^2 / R14 = 73^2 / 12000 = 0,44 \text{ Вт}$$

1 Вт қувватли (МЛТ-1) резисторни танлаймиз.

Демпфирловчи занжир диоди $I_{1и}$ импульсли токни, транзистор стокидаги максимал кучланишга тенг бўлган тескари кучланишни кўтариши ва оширилган тезкорликка эга бўлиши керак. Бинобарин, диоднинг уланган ҳолати вақти, унинг даврига нисбатан кам, у ҳолда 1 А га тенг тўғри йўналишдаги ўртача токли ва 800 В тескари кучланишли исталган диод тўғри келади. КД247А диодини танлаймиз.

4.7. Фойдали иш коэффициентлари

Фойдали иш коэффициентини қуйидагича ҳисоблаймиз:

$$\eta = U_{ю} \cdot I_{ю} / (U_{ю} \cdot I_{ю} + P_{TV1} + P_{VT1} + P_{VD9} + P_{R7} + P_{MC,UM}) =$$

$$= 24 \cdot 1,5 / (24 \cdot 1,5 + 1,67 + 2,53 + 4,8 + 0,72 + 0,3) = 0,862$$

Ишлаб чиқилган импульсли таъминот манбаи қуйидаги асосий параметрларга эга:

1. Кириш кучланиши, В.....220 ± 20%
2. Чиқиш кучланишлари, В..... ±24 В; ±12 В
3. Ўзгартириш частотаси, Гц.....20000
4. Фойдали иш коэффициенти, %.....86,2

5. ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ МАНБАИНИНГ ИШОНЧЛИЛИГИНИ ҲИСОБЛАШ

Ишончлилик бу тизимнинг берилган режимларда, қўлланилиш шароитларида ва техник хизмат кўрсатишда талаб этиладиган функцияларни бажара олиш қобилиятини характерловчи барча информатив параметрларнинг ўрнатилган қийматлар чегараларида ва вақт бўйича мазкур тизимнинг сақлаш хусусиятидир.

Электр таъминоти манбаини ишлаб чиқишда ишончлилик масалаларига алоҳида эътибор берилади. Ишончлилик характеристикаларини мезонлар деб аталади. Негаки, бузилиш жараёнининг пайдо бўлиши табиатдан тасодифий характерга эга, у ҳолда ишончлилик мезони статик катталиқ бўлиб, у математик статистика қоидаларига асосан аниқланади.

Ишончлилик мезонларига қуйидагилар киради:

- $p(t)$ - бузилмасдан ишлаш эҳтимоллиги;
- $v(t)$ - бузилишлар частотаси;
- $\lambda(t)$ - бузилмасдан ишлашлар жадаллиги.

Ишончлиликни ҳисоблаш услуби кўпинча бузилишлар тақсимот қонунининг турларига боғлиқ..

Бизнинг ҳолда фақат тўсатдан бузилишлар ҳисобга олинади. Бунда ҳар қандай элементнинг ишдан чиқиши бутун манбаининг ишдан чиқишига олиб келади деб ҳисоблаймиз ва қурилманинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоллиги барча элементларнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимолликларининг кўпайтмасига тенг бўлади:

$$P_c = \prod_{i=1}^N p_i(t), \quad (5.1)$$

бунда $p_i(t)$ - i -нчи элементнинг бузилмасдан ишлаш эҳтимоллиги.

Радиоэлектрон аппаратуралар (РЭА) учун бузилишлар жадаллиги ўзгармас ($\lambda(t) = \text{const}$) ҳисобланади, яъни нормал ишлатиш оралиғи олинади ва шунинг учун бунда тақсимотнинг экспоненциал қонунини қўллаймиз. РЭАнинг кўплаб қисмлари ва тугунлари учун, шу жумладан интеграл микросхемалар учун қўлланилса бўладиган вақт бўйича бузилмасдан ишлаш тақсимотининг экспоненциал қонунида ҳамда интеграл микросхемалар учун (ИМС) бузилишлар жадаллиги вақтга боғлиқ эмас. Шунинг учун экспоненциал қонуни қуйидагига эга бўламиз:

$$p_i(t) = e^{-\lambda_i t} \quad (5.2)$$

Интеграл микросхемаларнинг ишлатилиши шартлари турли хил физик – кимёвий табиатга эга бўлган, етарлича кенг чегараларда ўзгарадиган ва интеграл микросхемаларнинг ишга яроқлилигига ва уларнинг ишончилигига турлича таъсир қиладиган таъсир этувчи омиллар комплекси орқали характерланади. Қўлланилиш соҳаларига боғлиқ равишда интеграл микросхемалар, уларнинг ишлаш қобилиятига турлича таъсир қиладиган алоҳида омиллар таъсирига учрайди.

5.1-жадвалда электр таъминоти манбаи барча элементларининг бузилишлар жадалликларининг ҳисоби келтирилган.

Электр таъминоти манбаи бузилишларининг жадалликлари қуйидагига тенг бўлди:

$$\lambda = 75,52 \cdot 10^{-6} \quad (1/\text{соат})$$

Бузилишларсиз ўртача ишлаш вақти қуйидагича ҳисобланади:

$$T_{cp} = 1 / \lambda = 1 / 75,52 \cdot 10^{-6} = 13\,157,9 \quad (\text{соат})$$

Бузилишлар жадалликларининг ҳисоби

Элемент турлари	Сони	$\lambda_i \times 10^{-6}$, 1/соат	$\lambda_c \times 10^{-6}$, 1/соат
Микросхемалар	2	0,47	0,94
Транзисторлар	1	2,4	2,4
Стабилитронлар	1	2,2	2,2
Диодлар	12	2,0	24,0
Оптронлар	1	3,4	3,4
Трансформаторлар	1	2,8	2,8
Дросселлар	3	1,2	3,6
Конденсаторлар	19	0,35	6,65
Резисторлар	19	0,87	16,53
Симлар	2	1,5	3,0
Кавшарлаш	100	0,1	10,0
Жами λ , 1/соат			75,52

Бузилмасдан ишлаш эҳтимоллиги қуйидаги ифода орқали аниқлаймиз:

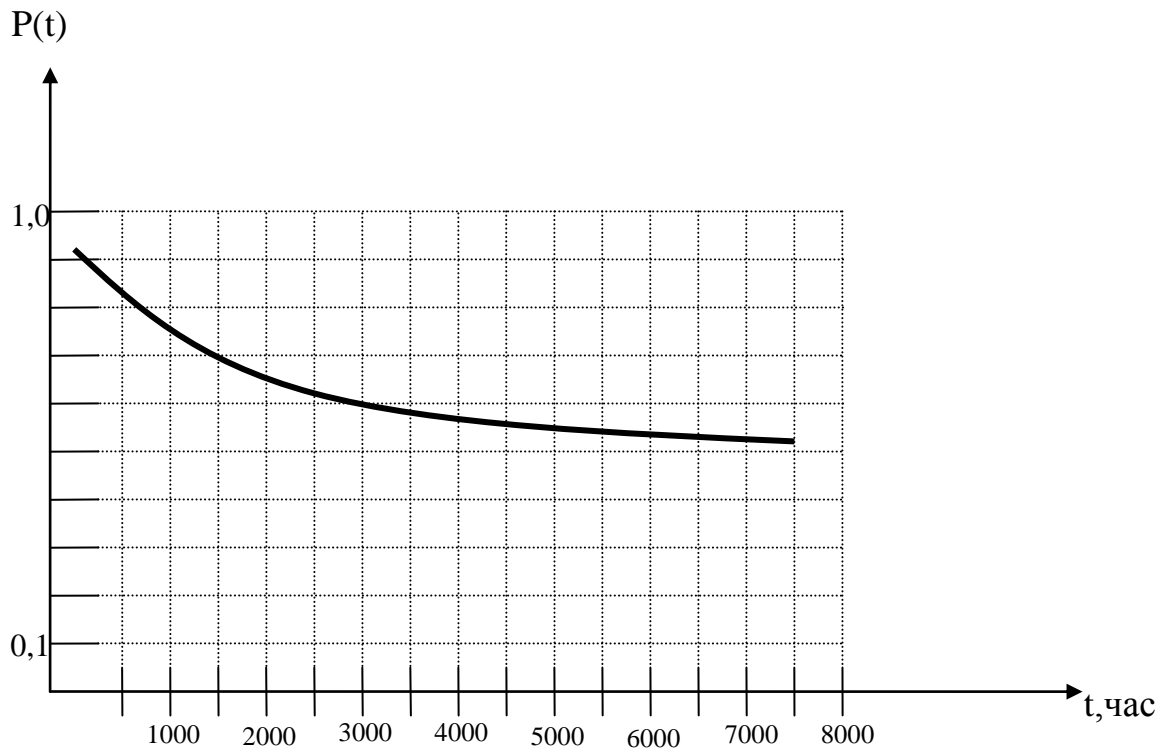
$$P(t) = e^{-\lambda \cdot t} \quad (5.3)$$

$P(t)$ эҳтимолликнинг қийматларининг ҳисоби 5.2-жадвалда келтирилган.

5.1-расмда электр таъминоти манбаининг бузилмасдан ишлаш эҳтимоллигининг графиги келтирилган.

 $P(t)$ эҳтимолликнинг қийматларининг ҳисоби

t, час	500	1000	2000	3000	5000	6000	8000
P(t)	0,960	0,923	0,853	0,787	0,671	0,619	0,528



5.1-расмд. Электр таъминоти манбаининг бузилмасдан ишлаш эҳтимоллиги

Ишлаб чиқилган электр таъминоти манбаи ишлашининг ишончилиги унча юқори эмаслиги сабабли, ишончиликни ошириш бўйича қуйидаги тадбирларни тавсия қилиш зарур:

1. Электр таъминоти манбаи элементларига электр юкломани камайтириш.
2. Доимий бузилишларнинг олдини олиш учун интеграл микросхемаларни дастлабки ташҳисдан кейин қўллаш.
3. Ишончилик бўйича кучсизроқ тугунларни захиралаш усулларидадан фойдаланиш.

6. МЕҲНАТНИ МУҲОФАЗА ҚИЛИШ ВА ТЕХНИКА ХАВФСИЗЛИГИ

6.1. Электр токи, электромагнит нурланишларнинг организмга таъсири ва уларда химояланиш

Ҳозирги замон электр қурилмалари, шу жумладан энг замонавий компбютерлар ҳам саноат частотасидаги 50Гц ли электр токи билан ишлайди. Бундай ток 0,6-1,5 мА миқдоридаги ток ошса мускуллар тартибсиз қисқариб, инсон ўз аъзолари қисмларини бошқариш қобилиятидан маҳрум бўлади, яъни электр симини ушлаб турган бўлса, панжаларини еча олмайди. Бундай ток чегара миқдоридаги ушлаб қолувчи ток дейилади. Агар ток миқдори 25-50 мА га етса, унда ток таъсир кўрсатади, бунинг натижасида нафас олиш қийинлашади. Таъсир қилувчи ток миқдори 100 мА дан ортиқ бўлса, у юрак мускулларига таъсир кўрсатади ва юракнинг ишлаш тартиби бузилади, натижада қон айланиши тизими бутунлай ишдан чиқади ва бу ҳолат ўлимига олиб келади. Энг зарарли ток частотаси 20 Гц дан паст тоқларнинг таъсир даражаси камаяди. Катта частотадаги электр тоқларида ток уриш бўлмайди, лекин куйиши мумкин. Электр кучланиш қанча юқоори бўлса, у шунча хавфли ҳисобланади.

Электр қурилмалар, электрон ҳисоблаш машиналари ва компьютер билан ишлашда, уларнинг ток ўтказувчи қисмларининг изоляция қобиғи емирилиши оқибатида, уларнинг корпусида электр кучланганлиги пайдо бўлиши мумкин. Шунинг учун улар қайси жойда ва қандай бинода ишлатилашидан қатъий назар, уларнинг корпусида электр кучланганлиги пайдо бўлиши мумкин. Шунинг учун улар қайси жойда ва қандай бинода ишлатилишидан қатъий назар, уларнинг металл корпусларини ерга улаб муҳофазаланади. Ерга улаб муҳофаза қилиш қурилмасининг умумий қаршилиги, йилнинг ҳамма фасллари учун, 1000 В кучланишига бўлган электр қурилмаларда 4 Ом дан ката бўлмаслиги керак.

Электр қурилмаларининг ток ўтмайдиган металл қисмларини олдиндан нолга улаб муҳофаза қилиш деб юритилади. Агар электр қурилмаси корпусида инсон ҳаёти учун хавфли кучланиш ҳосил бўлиб қолса, уни тезда ўчириш учун

муҳофазалофчи автоматик ўчириш қурилмалари ўрнатилади. Улар электр асбобни 0,2 с дан ошмаган вақт давомида ўчириш имкониятини бериш керак.

Электромагнит майдоннинг электр кучланганлигининг энг катта миқдори:

-Электромагнит майдон кучланганлигининг электр ташкил этувчисининг видеомонитор юзасидан 50 см масофадаги қиймати-10В/м;

- Электрмагнит майдон кучланганлигининг магнит ташкил этувчисининг видеомонитор юзасидан 50см масофадаги қиймат-0,3 В/м;

- Электр майдон кучланганлиги талабалар учун 15 кВ/м ва ката ёшдагилар учун 20 кВ/м ва ката ёшдагилар учун 20 Вт/м² дан ошмаслиги керак.

6.2. Электр токидан жароҳатланганда биринчи ёрдамни кўрсатиш

Электр токидан жароҳатланганда тиббиёт ходими келгунга қадар кўрсатиладиган ёрдамни икки қисмга бўлиб қаралади :

- 1) ток таъсиридан қутқариш;
- 2) биринчи ёрдам кўрсатиш.

Электр токи таъсиридан қутқариш ўз навбатида бир неча хил бўлиши мумкин. Энг осон ва қулай усули бу электр қурилмасининг ўша қисмига келаётган токни ўчиришдир. Агар бунинг иложи бўлмаса (масалан, ўчириш қурилмаси узокда бўлса), у ҳолда кучланиш 1000 В дан кўп бўлмаган электр қурилмаларида электр симларни сопи ёғочли бўлган болталар билан кесиш ёки жароҳатланганни кийими қуруқ бўлса, унинг кийимидан тортиб ток таъсиридан қутқариб қолиш мумкин . Агар электр токининг кучланиши 1000 Вдан ортиқ бўлса, у ҳолда диэлектрик қўлқоп ва электр изоляцияси мустаҳкам бўлган электр асбобларидан фойдаланиш керак.

Электр токи таъсирига тушган кишига биринчи ёрдам кўрсатиш, унинг ҳолатига қараб белгиланади. Агар жароҳатланган киши ҳушини йўқотмаган бўлса, унинг тинчлигини таъминлаб, шифокор келишини кутиш ёки тезда даволаш муассасасига олиб бориш зарур.

Агар жароҳатланган киши ҳушини йўқотган, аммо нафас олиш ва юрак тизими ишлаётган бўлса, уни қуруқ ва қулай жойга ётқизиш, камари ва ёқасини

бушатиш ва соф ҳаво келишини таъминлаш зарур. Нашатир спиртини хидлатиш, юзига сув пуркаш, танасини ва қўлларини ишқалаш яхши натижа беради.

Агар жароҳатланган кишининг нафас олиши қийинлашса, қалтираш ҳолати бўлса, аммо юрак уриши ритми нисбатан яхши бўлса, у ҳолда жароҳатланганга сунъий нафас олдириш зарур.

Клиник ўлим юз берган тақдирда сунъий нафас олдириш йули билан бир қаторда юракни устки томондан массаж қилиш керак

Сунъий нафас олдириш жароҳатланган кишининг ток таъсирдан қутқариб олиш, унинг ҳолатини аниқлаш билан бошланиши керак. Сунъий нафас олдириш “оғиздан – оғизга” деб аталувчи усул билан, яъни ёрдам кўрсатувчи киши ўз ўпкасини ҳавога тўлдириб, жароҳатланган киши оғзи орқали унинг ўпкасига бу ҳавони ҳайдайди. Ёрдам кўрсатувчи ўпкасидан чиққан ҳаво, иккинчи жароҳатланган ўпкасини ишлаши учун етарли миқдорда кислородга эга бўлиши аниқланган. Бу усулда жароҳатланганга чалқанча ётқизилади, оғзи очилиб тозаланади, ҳаво ўтиш йулини очиш учун бошини бир қўл билан пешона аралаш кўтарилади, иккинчи қўл билан даҳанидан тортиб, даҳанини бўйни билан тахминан бир чизикқа келтирилади. Шундан кейин, кўкрак қафасини тўлдириб нафас олиб, куч билан бу ҳавони жароҳатланган оғзи орқали берилади. Бунда ёрдам кўрсатаётган киши оғзи билан жароҳатланган кишининг оғзини бутунлай беркитиши ва юзи ёки панжалари ёрдамида унинг бурнини беркитиш керак .

Шундан кейин ёрдам кўрсатувчи бошини кўтариб яна ўпкасини ҳавога тулдиради. Бу вақтда жароҳатланган пассив равишда нафас чиқаради.

Бир минутда тахминан 10-15 марта пуфлашни доқа, дастрўмол ва трубка орқали ҳам бажариш мумкин. Агар жароҳатланган мустақил нафас олишни тиклаган тақдирда ҳам, сунъий нафас олдиришни бемор ўзига келгунча давом эттириш керак.

Юракни ташқаридан массаж қилиш жароҳатланган организмидаги қон айланишни сунъий равишда тиклаб туриш мақсадида амалга оширилади .

Қорин бўшлиғидан кўкрак қафасига ўтгандан кейин 2 бармоқ юқоридан массаж қилинадиган жойни белгилаб, қўлни бири-бири устига тўғри бурчак шаклида қўйиб, жароҳатланганнинг кўкрак қафаси тана оғирлиги билан 15-25 кг

микдордаги куч билан босилади. Босиш секундига 1 марта кескин куч билан бўлиши керак. Бунда кўкрак қафаси ичкарига қараб 3-4 см пасайиши керак ва бу юрак уриши ритмига мослаб давом эттирилади.

Массаж килиш сунъий нафас олдириш билан биргаликда олиб борилиши керак. Агар ёрдам курсатаётган киши бир узи бўлса, ҳар икки марта пуфлагандан кейин 15 марта кўкрак қафасини босиши керак. Жароҳатланган кишининг юрак уриши мустақил бўлганлигини, унинг пульсини текшириб билинади. Бунинг учун юқоридаги вазифалар 2-3 секундга тўхтатиб, томир уриши синаб кўрилади.

ХУЛОСА

Ушбу битирув малакавий ишида товуш частотаси кучайтиргичи учун икки каналли икки қутбли электр таъминоти ишлаб чиқилган.

Қувватли товуш частотаси кучайтиригичларининг электр таъминоти учун қатъий талабларни қаноатлантирадиган таъминот манбалари керак. Улар стабил кучланишлар беришидан ташқари, зарур юклама токини таъминлаши ва кучайтиригичларнинг қимматли охирги каскадларини ишдан чиқишини олдини олиш учун юкламани ҳимоялаши зарур.

Электр таъминоти манбаларига қўйиладиган талаблар, синфларга бўлиниши ва параметрлари, ишлатиш жараёнлари шароитларининг электр таъминоти манбаларига таъсири, электр таъминоти манбаларининг энергия тизими билан электромагнит мослашувчанлиги, кучланиш ўзгартиргичлари, турлари, бир ва икки тактли ўзгартиргичлар, ўзгартиргичлар инверторларининг бошқариш занжирлари схемалари ва кучланиш ўзгартиргичлари асосидаги импульсли электр таъминоти манбалари кўриб чиқилган.

Электр таъминоти манбаининг тузилиш ва принципиал схемалари ишлаб чиқилган, элементлар базаси танланган ва асосий қисмларининг ҳисоблаш ўтказилган.

Ишончилилик ҳисоби амаклга оширилган, шунингдек меҳнатни муҳофаза қилиш ва техника хавфсизлиги масалалари кўриб чиқилган.

АДАБИЁТЛАР

- 1.
2. А.С.Каримов ва бошқалар. Электротехника ва электроника асослари.-Т.: Ўқитувчи, 1995.-462 б.
3. Березин О.К., Костиков В.Г., Шахнов В.А. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры. -М.: «Три Л», 2000.-400 с.
4. Гейтенко Е.Н. Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет. Учебное пособие. -М.:СОЛОН-ПРЕСС, 2008.-448 с.
5. Иванов-Цыганов А.И. Электропреобразовательные устройства РЭС: Учеб. для вузов по спец. «Радиотехника».-М.: Высш.шк.,1991.-272 с.
6. Китаев В.Е. и др. Расчет источников электропитания устройств связи. Учебное пособие для высших учебных заведений.-М.: Радио и связь. 1993.-230 с.
7. Костиков В.Г., Парфёнов Е.М., Шахнов В.А. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование: Учебник для вузов.- М.: Радио и связь, 1998г.
8. Mulder S.A. Loss formulas for power ferrites and their in transformer design. Philips Components. 1994.
9. Найвельт Г.С. и др. Справочник. Источники электропитания РЭА.-М.: Радио и связь. 1986.-576 с.
10. Телекоммуникация ускуналари электр таъминотида оид терминларнинг русча-ўзбекча изоҳли луғати. т.ф.д. М.Мухиддиновнинг тахрири остида. «Фан» нашриёти, 2009й.
- 11.Хиленко В.И., Хиленко А.В. Электропитание устройств связи. Учебное пособие. М.: Радио и связь, 1998г.
- 12.Электропитание устройств связи / под ред. Ю.Д.Козляева.-М.: Радио и связь, 1998.-328 с.
- 13.Электропитание устройств связи: Учебник для вузов/А.А.Бокуняев, Б.В.Горбачев, В.Е.Китаев и др.; Под ред. В.Е.Китаева.-М.: Радио и связь. 1988.-280 с.

ИЛОВА