



**Коммерциялық емес
акционерлік
қоғам**

**АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ
БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

Электртехниканың
теориялық негіздері
кафедрасы

ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІ МЕН ЭЛЕКТР ӨРІСТЕРДІ ТАЛДАУ

5B071800, 5B081200 мамандығының студенттер үшін зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар

Алматы 2015

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Болдырева Л.П., Смагулова Г.К., Электр тізбектері мен электр өрістерді талдау. 5B071800, 5B081200 мамандығының студенттеріне арналған. – Алматы: АЭЖБУ, 2015- 17 бет.

Әдістіктемелік нұсқау зертханалық жұмыстарды орындау, безендіру және қорғау жөніндегі негізгі ережелерден тұрады.

Әрбір зертханалық жұмыс келесі бөлімдерден құралады: жұмыстың мақсаты, жұмысқа дайындық, жұмыс тапсырмасы, бейнелеуі және талдау мәліметтердің жұмыстары және әдістемелік нұсқаулар.

Зертханалық жұмыстар 5B071800, 5B081200 мамандығының студенттеріне арналған.

Сур.13, кестелер 5, әдебиеттер- 6 ат.

Пікір жазған: хим. ғыл. канд., доцент Надиров Е.Г.

«Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2015 жылғы жоспары бойынша басылады.

Мазмұны

| | |
|--|----|
| 1 Зертханалық жұмыс № 1. Сызықсыз элементтері бар тұрақты токтың электр тізбегін зерттеу..... | 4 |
| 2 Зертханалық жұмыс №2. Электр түзеткіштері бар тізбектерді зерттеу..... | 6 |
| 3 Зертханалық жұмыс №3. Кернеулер феррорезонансын зерттеу..... | 8 |
| 4 Зертханалық жұмыс № 4. Екі сымды желінің жазық паралельді электростатикалық өрісін зерттеу (ЭЕМ қолданумен)..... | 12 |
| Әдебиеттер тізімі | 18 |

1 Зертханалық жұмыс № 1. Сызықсыз элементтері бар тұрақты токтың электр тізбегін зерттеу

Жұмыстың мақсаты: сызықсыз элементтері бар тұрақты ток электр тізбектерді тәжірибелі зерттеудің әдеттерін алу.

1.1 Жұмысқа дайындық

ЭТН курсының «Тұрақты токтың сызықсыз электр тізбектері» тарауын қайталап қарап шығу керек [Ә.1 Ә.3].

Келесі сұрақтарға жазбаша жауап беру керек:

1) Қандай сызықсыз элементтер симметриялы, ал қандай симметриясыз деп аталады? Олардың вольт-амперлі сипаттамаларын бейнелеу керек.

2) Сызықсыз элементтердің статикалық және дифференциалдық кедергілердің кедергілердің айырмашылықтары неде?

3) Кернеуін байсалды өзгертуге болатын тұрақты кернеудің көзінен көріктенетін тізбектің сызықсыз элементінің вольт-амперлі сипаттамасын түсіру үшін сұлбасын суреттеу керек. Негізгі құралдарды сұлбада қарастыру керек.

4) Бір ЭҚК-і сызықсыз элементпен тізбектеп қосылған тізбектің графикалық есептеуін көрсету керек.

5) Сызықсыз элементтерді параллельді қосылған тізбектің графикалық есептеуін көрсету керек.

6) Сызықсыз элементтер аралас қосылған тізбектің графикалық есептеуін көрсету керек.

7) Сызықсыз элементтер тізбектің екі түйін әдісімен графикалық есептеуін көрсету керек.

1.2 Жұмыстың орындалу тәртібі

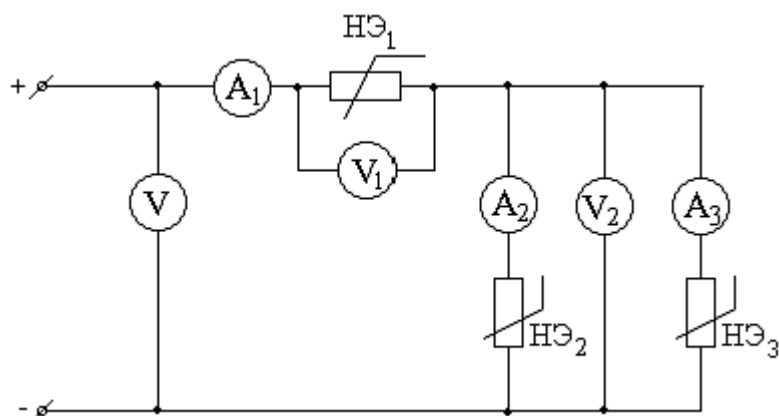
1.2.1 Үш сызықсыз элементтердің вольт-амперлі сипаттамаларын түсіру керек (оқытушының айтуы бойынша).

1.2.2 Екі сызықсыз элементтері тізбектеп қосылған тізбекті жинау керек. Тізбекте токты және бөлек элементтердің кернеуді және ток көзінің қысқыштарында қосылуын құралдардың өлшеуін қарастыру керек. Кірісте $15 \div 20$ В тең кернеуді орнатып, барлық өлшегіш аспаптардың көрсеткіштерін жазып алу керек.

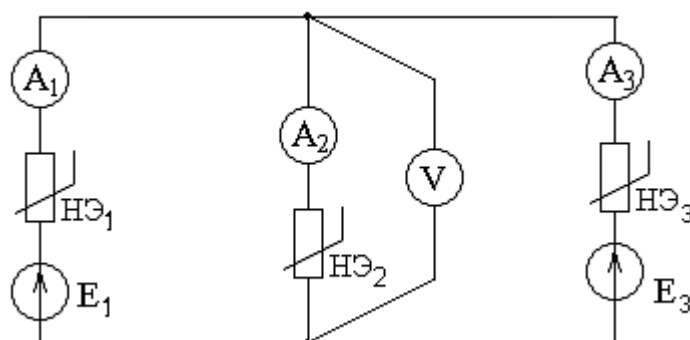
1.2.3 Екі параллельді қосылған сызықсыз элементі бар тізбекті жинау керек. Қоректендіру кернеу $15 \div 20$ В тең кезіндегі, барлық өлшегіш аспаптардың көрсеткіштерін жазып алу керек.

1.2.4 1.1-суретте көрсетілген сұлбаны жинап, барлық өлшегіш аспаптардың көрсеткіштерін жазып алу керек. Кернеу кірісінде $15 \div 20$ В болған кезде барлық өлшегіш аспаптардың көрсеткіштерін жазып алу керек.

1.2.5 1.2-суретте көрсетілген екі ЭҚК-і бар сұлбаны жинап көздердің ЭҚК-терін, әрбір элементтегі кернеулерді және тармақтардағы токтарды өлшеу керек.



1.1 сурет



1.2 сурет

1.3 Жұмыстың нәтижелерін талдау және безендіру

1.3.1 Үш сызықты элементтердің вольт-амперлі сипаттамаларын салу керек.

1.3.2 1.2.2 сұлбаның графикалық есептеуін өткізіп есептелген мәндерді тәжірибелі мәндермен салыстыру керек.

1.3.3 1.2.3 сұлбаның графикалық есептеуін өткізіп есептелген мәндерді тәжірибелі мәндермен салыстыру керек.

1.3.4 1.2.4 сұлбаның графикалық есептеуін өткізіп есептелген мәндерді тәжірибелі мәндермен салыстыру керек.

1.3.5 1.2.5 сұлбаның графикалық есептеуін өткізіп есептелген мәндерді тәжірибелі мәндермен салыстыру керек.

1.3.6 Орындалған жұмыс туралы қорытынды жасау керек

2 Зертханалық жұмыс № 2. Электр шұралы бар тізбектерді зерттеу

Жұмыстың мақсаты: шұралы бар электр тізбектерді тәжірибелі зерттеудің әдістерін алу.

2.1 Жұмысқа дайындық

ЭТН курстық синусоидалсыз токтар және электр шұралы бар тізбектерде қаралатын тарауларды қайталап қарап шығу керек [Ә.1,Ә.3].

Келесі сұрақтарға жазбаша жауап беру керек:

1) Электр шұрал деп қандай сызықсыз элемент деп аталады? Оның вольт-амперлік сипаттамасын келтіру керек. Идеалды шұралдың белгілеуін беру керек.

2) Синусоидалы кернеуді ынта салғанда электр шұралы және активтік кедергісі бар тізбекті токтың лезді мәнінің графигін қалай салуға болады?

3) Жүктемесі активтік кедергі түрде бір периодты түзеткіштің сұлбасын келтіру керек. Жүктемедегі токтың және кернеудің лезді мәндерінің графиктерін салу керек, идеалды түзету кезде жүктемедегі токтың және кернеудің тұрақты құрастырушының және әрекетті мәндерін есептеу үшін көріністерді жазу керек.

4) Екі периодты түзеткіштің көрнекті сұлбасын келтіру керек. Жүктемедегі токтың және кернеудің лезді мәндерінің графиктерін салу керек, идеалды түзету кезде жүктемедегі токтың және кернеудің тұрақты құрастырушының және әрекетті мәндерін есептеу үшін көріністерді жазу керек.

5) Тапсырылған гармоникалық құрастырушылар бойынша кернеудің әрекетті мәні қалай есептеледі?

6) Активті жүктемесі бар идеалды бір және екі периодты түзеткіштер үшін кернеудің және токтың амплитудалары арқылы көрсетіп S толық, P активтік және T бұрмалар қуаттарының мәндерін есептеу керек.

Алған шамалар салыстырылып және екі сұлба үшін түзетуді тиімді бағалау

2.2 Жұмыстың орындалу тәртібі

2.2.1 Тұрақты кернеу көзінен қоректенген тізбектеп қосылған кедергісі бар диодтық статикалық вольт-амперлік сипаттамасын тура және кері бағыттарда түсіру керек.

2.2.2 Сұлбаға сәйкес (2.1 сурет) бір периодты түзеткішті жинау керек. Көздің кернеуін $10 \div 20$ В шектерде орнатып. Жүктемедегі токтың және кернеудің айнымалы құрастырушысын және тұрақты құрастырушысын өлшеу керек.

2.2.3 Осциллографтың көмегімен жүктемедегі кернеудің және көздің кернеуінің лезді мәндерінің қисықтарының суреттерін салу керек.

2.2.4 Сұлба бойынша (2.2 сурет) көпірлік түзеткішті жинау керек. 2.2.2 . сияқты жүктеменің кедергісін және көздің кернеуін орнатып. Жүктемедегі кернеудің және токтың тұрақты құрастырушысын және айнымалы құрастырушысының әрекетті мәнін өлшеу керек.

2.2.5 Осциллографты жүктемеге қосып түзетілген кернеу қисығын суретке салу керек.

2.3 Жұмыстың нәтижелерін талдау және безендіру

2.3.1 Бір периодты түзеткіштің (2.1 сурет) сұлбасының графикалық есептеуін өткізу керек. Ол үшін 2.2.1 түсірілген вольт-амперлік сипаттаманы пайдалану керек. 2.2.3 болғаны, жүктемедегі кернеуді осциллограммамен токтың қисығы болып шыққан форманы салыстыру.

2.3.2 2.2.2 өлшенген V_{20} тұрақты құрастырушысы және $V_{2\sim}$ жүктемедегі кернеудің айнымалы құрастырушысының әрекетті мәні бойынша V_2 жүктемедегі кернеудің әрекетті мәнінің шамасын есептеп оны көздің кернеуінің әрекетті мәнінің шамасымен салыстыру керек.

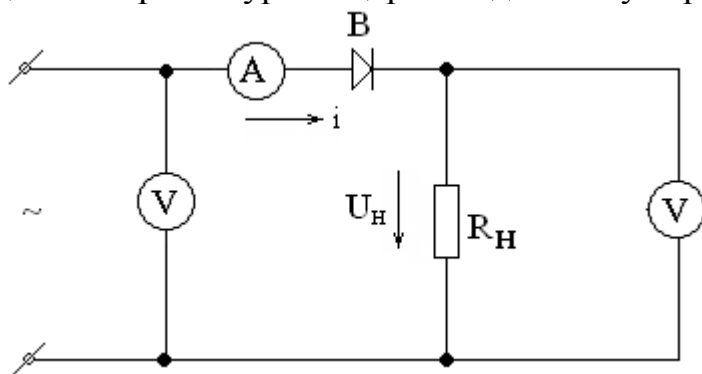
2.3.3 2.2.2 өлшеудің нәтижелері бойынша қоректендіру көздің S толық қуатын, P жүктемедегі активтік қуатты және T бұрмалау қуатын есептеп оларды келтірілген идеалды бір периодты түзеткіш үшін табылған мәндерімен салыстыру керек.

2.3.4 2.2.4 өлшенген V_{20} тұрақты құрастырушысы және $V_{2\sim}$ жүктемедегі кернеудің айнымалы құрастырушысының әрекетті мәні бойынша V_2 жүктемедегі кернеудің әрекетті мәнінің шамасын есептеп оны көздің кернеуінің әрекетті мәнінің шамасымен салыстыру керек.

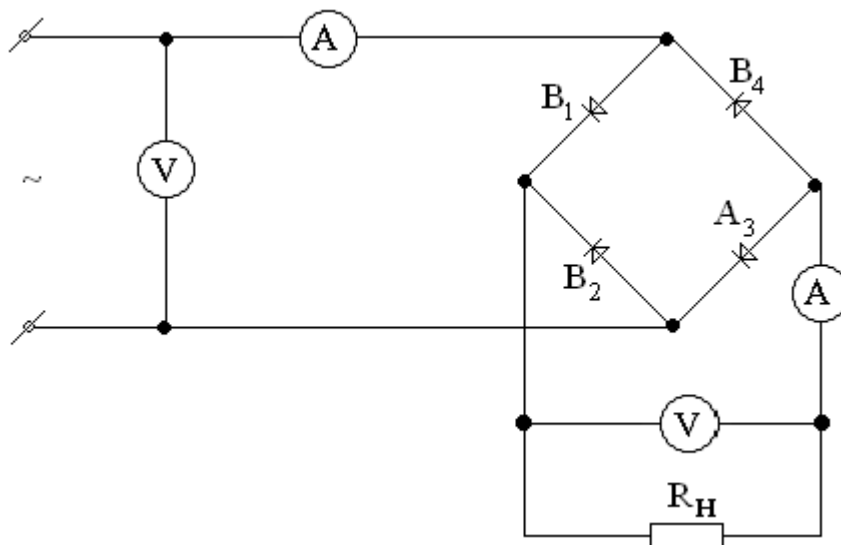
2.3.5 2.2.4 өлшеудің нәтижелері бойынша қоректендіру көздің S , P жүктемедегі активтік қуатты және T бұрмалау қуатты есептеп оларды идеалды екі периодты түзеткіш үшін табылған мәндермен салыстыру керек.

2.3.6 Бір және екі периодты түзеткіштер үшін табылған нәтижелерді салыстыру керек.

2.3.7 Орындалған жұмыс туралы қорытынды жасау керек.



2.1 сурет



2.2 сурет

3 Зертханалық жұмыс № 3. Кернеулер феррорезонансын зерттеу

Жұмыстың мақсаты: Феррорезонанс ережеде сызықсыз тізбектерді тәжірибелі зерттеудің әдеттерін алу.

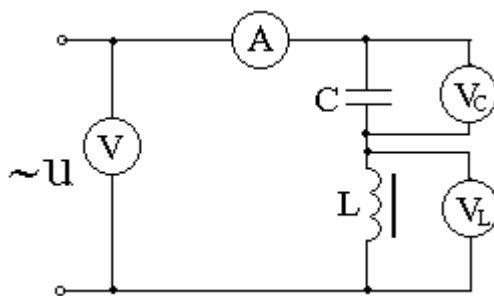
3.1 Жұмысқа дайындық

«Феррорезонанс құбылысы» тарауды қайталап қарап шығу керек [Ә.1. Ә.3].

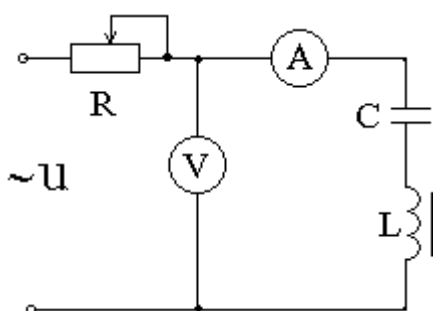
Келесі сұрақтарға жазбаша жауап беру керек:

- 1) Кернеу феррорезонансы қай тізбекте пайда болады?
- 2) Неге феррорезонанс тізбектегі токтың сырғуын құбылысты сол сияқты фаза төнкеру құбылысы деп атайды? Екі режимге кернеулердің векторлық диаграммаларын құрастыру керек: токтың секірмеліне дейін және кейінгісін.
- 3) Феррорезонанс тізбегінде секірмелі тоқ өзгертіндігін болып өту үшін, конденсатордағы сыйымдылықты қалай таңдау болады?
- 4) Тізбекті феррорезонанс тізбектің вольт-амперлік сипаттамасын салу керек. Кірістегі кернеуді байсалды өзгерткен кезде токтың өзгергенін талдау керек.
- 5) Соның ішіндегі керекті өлшегіш аспаптарды қарастырып, ферромагнит өзекшесі бар индуктивтік орауыштың вольт-амперлік сипаттамасын түсіру үшін сұлбаның суретін салу керек.
- 6) Келесі сұлбаларды салу керек: а – вольт-амперлік сипаттамасын тізбектеп қосылған орауыш индуктивтігі мен ферромагнит өзекшесі және конденсаторды түсіру үшін (3.1 сурет); б – ток тізбегінде бір қалыпты кезінде өзгеруін қосынды кернеуден токтан тәуелділігінің қисығын түсіру (3.2 сурет); в

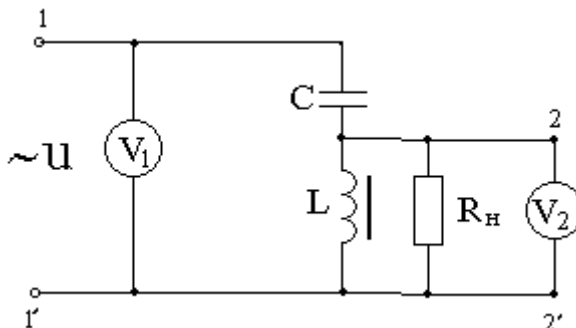
– феррорезонанс тізбегі үшін, кернеу тұрақтандырғыштың нәтижесінде жұмыс істеген кезде (3.3 сурет).



3.1 сурет



3.2 сурет



3.3 сурет

3.1 кесте

| U, В | I, mA | U _L , В | U _C , В |
|------|-------|--------------------|--------------------|
| | | | |

3.2 кесте

| | | | | | | | |
|-------|--|--|--|--|--|--|--|
| I, mA | | | | | | | |
| U, В | | | | | | | |

3.3 кесте

| | | | | | |
|--------------------|--|--|--|--|--|
| U ₁ , В | | | | | |
| U ₂ , В | | | | | |

3.2 Жұмыстың орындалу тәртібі

3.2.1 Жұмысқа дайындығын жасағанынан 3.2.5 бойынша сұлбадан тізбекті құрастыр. Орауыш индуктивтілігі бар ферромагнит өзекшесімен бірге вольт-амперлік сипаттамасын түсіру және құрастыру керек (5-7 өлшеу). Тізбекке орауыш индуктивтілігі орнына конденсаторды қосу керек, (2 өлшеуді, өйткені конденсатор сызықты) конденсатордың вольт-амперлік сипаттаманы түсіру, орауыш индуктивтілігі вольт-амперлік сипаттамасымен бірге бір суретте конденсатордың вольт-амперлік сипаттамасын құрастыру.

Нұсқау. Конденсатордың вольт-амперлік сипаттамасы орауыш индуктивтілігін вольт-амперлік сипаттамасымен қиылысуы керек.

3.2.2 6 бөлімнен (3.1 сурет) сұлба бойынша жұмысқа дайындықтан тізбекті жинау керек.

3.2.3 Жалпы кернеуді нольден бастап 30÷40 В дейін бірте-бірте үлкейте, кейін оны кішірейте, кернеу көзінен конденсаторда және орауыштың кернеуді және ток тізбектегі тәуелдігін түсіру. Жалпы кернеуді үлкейткен кезде ток секірісіне дейін және кейін 7÷8 өлшеуден кем болмау керек, сол сияқты жалпы кернеудің кему кезінде болатын 7÷8 өлшеуден кем болмау керек.

Нұсқау. Қоректендіру кернеу бірте-бірте көбейген кезде кенет секіргелі ток өзгереді, жалпы кернеу төмендейді өйткені генератордағы кернеу түсуі үлкейеді.

Аспаптың көрсетуін жазбасы бұрын секірістен кейін, қорек кернеуін орнатады, секіріс тоғы алдындағы тікелей болу керек. Аналогты және кері токтың секіруі болады, сондай-ақ кернеудің өсуі кезінде байқалады.

Алынған нәтижені 3.1 кестеге енгізу.

3.2.4 6 бөлімнен (3.2 сурет) сұлба бойынша жұмысқа дайындықтан тізбекті жинау керек.

3.2.5 Тізбектегі токтың бір қалыпты өзгеріс кезінде болатын жиынтық кернеудің (орауышта және конденсаторда) токқа тәуелділігінің қисығын тұрғызу керек.

Алынған нәтижені 3.2 кестеге енгізу.

Нұсқау. Токты бір қалыпта реттеу үшін генераторға тізбектеп қосымша кедергілер жиынтығы қосылады, сонда жиынтық пен генератор жасанды ток көзі деп қарастырылады. Жиынтық кедергісінің мөлшері мүмкіндігінше аз алынады, бірақ та мұнда тізбектің қоректендіру кернеудің бір қалыпты өзгерісінде токтың секірісі болмау керек. Тізбектің жалпы кернеуін өлшейтін вольтметр кедергілер жиынтығындағы кернеулер түсуін ескермеу керек.

3.2.6 6 бөлімнен жұмысқа дайындық (3.3 сурет) сәйкес кернеу тұрақтандырғышының сұлбасын жинау. Орауыштың қысқыштарына жүктеме ретінде кедергі жинағы қосу керек.

3.2.7 Тізбектің кірісінде жүктемедегі кернеудің жалпы кернеудің тәуелділікті түсіріп алу керек. Ол үшін алдымен кірістегі максималды кернеуді орнатып, содан кейін оны азайтып секіріс кернеу жүктемеде пайдалы болғанша және аспаптардың көрсеткіштерін 3.3 кестеге (5-7 өлшемдерді) жазып алу керек.

3.3 Жұмыстың нәтижелерін талдау және безендіру

3.3.1 Бір графикке барлық тізбектің вольт-амперлік сипаттамаларын, индуктивтік орауыштың және конденсатордың 3.2.3 алынған нәтижелер бойынша шыққан мәндерінен тұрғызу керек.

3.3.2 3.2.5 алынған нәтижелер бойынша қосынды кернеудің токтан тәуелдігін қисықты тұрғызу керек.

3.3.3 3.2.7 алынған нәтижелер бойынша кернеу жүктемедегі кернеу көзінен тәуелділігін тұрғызу керек. Болған тәуелділігін түсіндіру керек. Коэффициент тұрақтылығын есептеу керек.

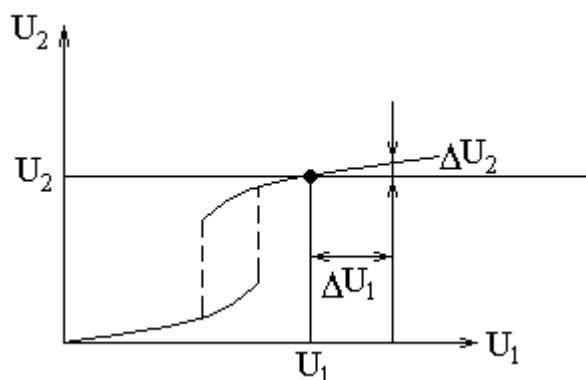
3.3.4 Жұмыс бойынша қорытынды жасау керек: тізбектің көретін вольт-амперлік сипаттамасын тәжірибелі шыққанмен салыстырып тізбектің кірісінде кернеудің өзгерумен және олардың арасындағы (3.3.1) айырмашылықтарын түсіндіру керек; 3.3.1 – шыққандығын, 3.3.2 шыққанмен қисықтың тікелей қосынды кернеуді токтан, олардың айырмашылықтарын түсіндіру керек.

Әдістемелік нұсқаулар.

Коэффициент тұрақтылығы мына формула бойынша есептеледі

$$k_c = \frac{\Delta U_1}{U_1} : \frac{\Delta U_2}{U_2}.$$

Бұл жерде U_1 - тізбектің кірісіндегі кернеу; U_2 - шыға берісте кернеу (жүктемедегі); ΔU_1 , ΔU_2 - (3.4 сурет) шыға берісте және кірісте кернеудің өзгерісі.



3.4 сурет

4 Зертханалық жұмыс № 4. Екі сымды желінің жазық параллельді электростатикалық өрісін зерттеу (ЭЕМ қолданумен)

Жұмыстың мақсаты: екі сымды желінің жазық параллельді электростатикалық өрісін алынған мәліметтерін тәжірибелі зерттеу.

4.1 Жұмысқа дайындық

ЭТН курсының келесі тарауларын білулеріңіз керек [Ә.1].

Келесіні орындау керек:

- 1) Өткізгіштердің бетіндегі шекаралы шарттарды жазып алу.
- 2) Электр зарядының тығыздығын есептеу үшін өткізгіштің бетіндегі теңдеуді жазу.
- 3) Тапсырманың нұсқасымен сәйкес (4.1 кесте) мынандай кезінде $R_1 = R_2, R_2 = 0,5R_1$ (4.2 сурет) а, S_1, S_2 есептеу керек.
- 4) Сәйкес нұсқамен тапсырма (4.1 кесте) сыйымдылықты C есептеу керек, бірлікке сызықтың ұзындығын мынандай кезінде $R_1 = R_2, R_2 = 0.5R_1$.
- 5) Сәйкес нұсқамен тапсырма (4.1 кесте) L, M, N нүктелерінде өткізгіштердің беттеріндегі (4.2 сурет) мынандай кезінде $R_1 = R_2, R_2 = 0.5R_1$ электростатикалық өрістің кернеулігін есептеу.
- 6) Сәйкес нұсқамен тапсырма (4.1 кесте) L, M, N нүктелерінде мынандай кезінде $R_1 = R_2$ және $R_2 = 0.5R_1$ электр зарядтың тығыздығын есептеу.
- 7) 7.2 кестені дайындау. Есептеу нәтижелерді 4.2 кестеге енгізу керек.

4.2 Жұмыс тапсырмасы

4.2.1 POLE1 программаны шақыру керек.

4.2.2 Шыққан берілгендерді енгізу: R_1 және R_2 сымдарының радиусы, d арақашықтық арасындағы U кернеу.

4.2.3 Мынандай кезінде $R_1 = R_2, R_2 = 0.5R_1$ электростатикалық өрісінің суретін салу. Эквипотенциалдардың потенциалын шығарып және сымдарының электрлік осьтердің орналасудың белгілеу керек.

4.2.4 α, S_1, S_2 ЭЕМ-мен есептеу мынандай кезінде:

- 1) $R_1 = R_2$;
- 2) $R_2 = 0.5R_1$.

4.2.5 ЭЕМ-мен сыйымдылық C сызықтың ұзындығының біріне есептеу мынандай кезінде:

- 1) $R_1 = R_2$;
- 2) $R_2 = 0.5R_1$.

4.2.6 (4.2 сурет) M, L, N нүктелерінде ЭЕМ-мен электростатикалық өрістің кернеулігін есептеу мынандай кезінде:

$$1) R_1 = R_2;$$

$$2) R_2 = 0.5R_1 \text{ есептегенмен салыстыру.}$$

4.2.7 (4.2 сурет) M, L, N нүктелерінде сымдарының беттерінде электр зарядтың тығыздығын ЭЕМ-мен есептеу керек мынандай кезінде:

$$1) R_1 = R_2;$$

$$2) R_2 = 0.5R_1.$$

Алдын ала есептеуде өлшеулі тығыздықтармен салыстыру. Нәтижелерді 4.2 кестеге енгізу керек.

4.2.8 Жасалған жұмыс туралы қорытынды жасау керек.

4.1 кесте

| Нұсқа № | Сымның радиусы R1, мм | Сымдарының арасындағы арақашықтық d, мм | Сымдарының арасындағы кернеу U, В |
|---------|-----------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | 10 | 60 | 50 |
| 2 | 20 | 80 | 100 |
| 3 | 30 | 80 | 120 |
| 4 | 20 | 60 | 80 |
| 5 | 16 | 40 | 70 |
| 6 | 10 | 40 | 80 |
| 7 | 30 | 100 | 120 |
| 8 | 18 | 70 | 40 |
| 9 | 20 | 90 | 50 |
| 10 | 10 | 50 | 30 |

4.3 Әдістемелік нұсқаулар

Шама, цилиндр сым зарядтары бір-біріне параллель бірнеше шексіз желі өрісінің жүйелерімен сипатталады, біртекті диэлектрик таратылған оның ұзындықтары бірдей болып табылады, екі координатқа тәуелді. Егер OZ осін параллельді ось сымына бағыттасақ, онда желі кернеулігінің сол өрісі, жазықтықта жатады, XOY параллельді жазықтық болады. Өріс сызбасы барлық жазықтықтың бірдей, және XOY жазықтығындағы өрісті ғана зерттеу жеткілікті. Мұндай өрісті жазық параллельді деп айтады.

Жазық параллельді өрістің потенциалы екі координат X және Y: $\varphi(x, y)$ функциясымен орындалады. Эквипотенциалды беттік өріс екісымды желімен цилиндр бетпен OZ осіне параллель өзара бейнеленіп қарастырылады. XOY жазықтығындағы эквипотенциалдық желілер шеңберлік және төмендегі теңдеумен табылады.

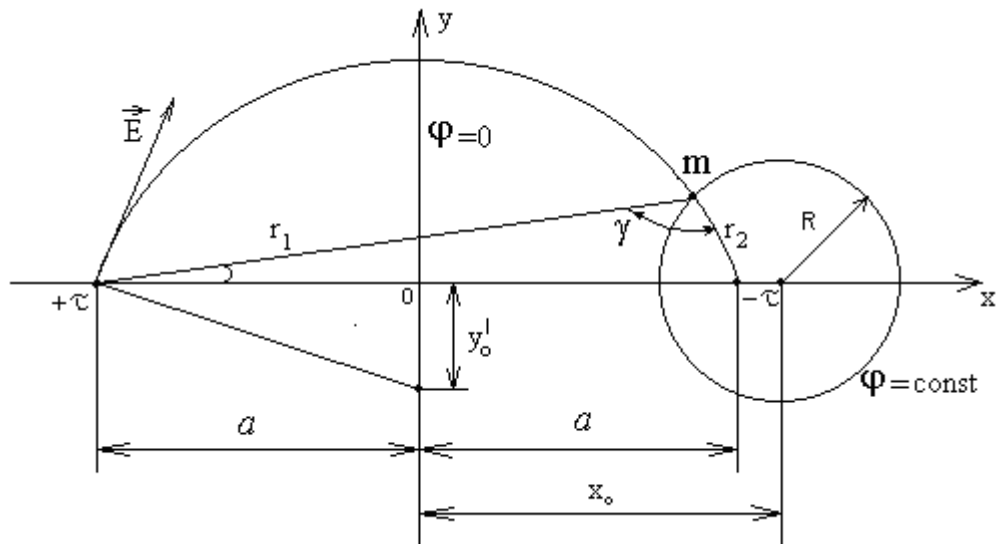
$$\left(x - a \frac{1+k^2}{1-k^2}\right)^2 + y^2 = \frac{4k^2 a^2}{(1-k^2)^2}. \quad (4.1)$$

Координат ортасы $X_0 = a \frac{1+k^2}{1-k^2}, Y_0 = 0$

және радиуспен $R = \frac{2ka}{|1-k^2|},$

a – электрлік осінің арақашықтығы нольдік потенциал жазыққа дейінгі $k = \frac{r_2}{r_1}$

(4.1 сурет).



4.1 сурет

Желі кернеулігі шеңбер доғасымен өзара қарастырылады, электр өрісі арқылы өтеді және төмендегі теңдеумен анықталады

$$x^2 + (Y - Y_0')^2 = a^2 + Y_0'^2. \quad (4.2)$$

Координат ортасы $x_0' = 0; y_0' = a \cdot \text{ctg} \gamma$ (4.1 сурет).

Потенциал бірігу өрісінің сызбасын салған кезде кез келген эквипотенциал желі көршілеске өту кезінде тұрақты болып қалу керек.

$$\Delta\varphi = \varphi_{v+1} - \varphi_v = \frac{r}{2\pi\epsilon_a} \ln \frac{k_{v+1}}{k_v} = \text{const}, \quad (4.3)$$

мұндағы v – эквипотенциал желінің реттік саны.

Өту кезінде кез келген желінің өріс кернеулігі көршілеске γ бұрышқа тұрақты шамамен $\Delta\gamma$ өзгерту керек.

Реалды желі сымы соңғы қима болып келеді, таратылған электрлік зарядының сым беті бірдей емес және ауытқу электрлік өсінің салыстырмалы сымдарына болады. Электрлік ось нольдік потенциал жазықтығына дейін арақашықтығы мына теңдеумен табылады

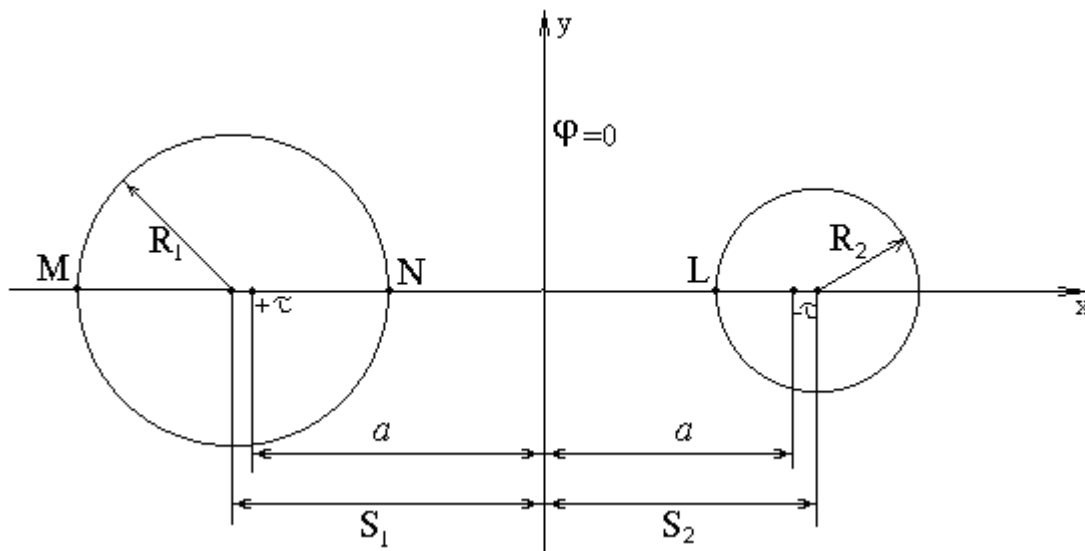
$$a = \sqrt{S_1^2 - R_1^2} = \sqrt{S_2^2 - R_2^2}, \quad (4.4)$$

мұндағы S_1 және S_2 – қашықтық сымдарының геометриялық ось сымдарынан нөльдік потенциал жазықтығы дейінгі.

S_1 және S_2 мына теңдеу бойынша есептейді (4.1 сурет)

$$S_1 = \frac{d^2 + R_1^2 - R_2^2}{2d}; \quad S_2 = \frac{d^2 + R_2^2 - R_1^2}{2d}, \quad (4.5)$$

мұндағы d – геометриялық ось сымдарының арасындағы қашықтық ($d = S_1 + S_2$), R_1, R_2 – сымдардың радиустары.



4.2 сурет

Екі сымды желінің өріс сызбасы сол сияқты, сондай-ақ электр өрісінің әрекетті разрядталған өріс сызбасындай. Осы кезде өріс ішінде металдық сым болмайды.

Өріс кернеулігі мына кейіптемемен табылады

$$E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta\ell}, \quad (4.6)$$

мұнда $-\Delta\varphi$ көрші эквипотенциалды сызықтардың арасындағы потенциалдардың айырымы;

$\Delta\ell$ – көрші эквипотенциалды сызықтардың арасындағы қашықтық.

Өрістің кез келген нүктесіндегі кернеуліктің E есептеуі формула бойынша жүргізіле алады

$$\vec{E} = \frac{+\tau}{2\pi\epsilon_a r_1} \vec{l}r_1 + \frac{-\tau}{2\pi\epsilon_a r_2} \vec{l}r_2, \quad (4.7)$$

мұнда $+\tau, -\tau$ – ұзындықтың бірлігіне өткізгіштің заряды;

r_1 – оң оқтаулы өсі нүктесінен қашықтық;

r_2 – теріс оқтаулы өсі нүктесінен қашықтық;

$l r_1, l r_2$ – жеке (единичные) векторлар.

Сызықтық екіөткізгіштіктің сыйымдылығы C ұзындықтар бірлігіне мына формуламен есептелінеді

$$C = \frac{2\pi\epsilon_a}{\ln \frac{(S1+a)(S2+a)}{R1 \cdot R2}} \quad (4.8)$$

Заряд өткізгіш ұзындықтары бірлікке формула бойынша анықталады

$$\tau = C \cdot U \quad (4.9)$$

4.2 кесте

| | Алдын ала есептеу | | ЭЕМ-мен есептелді | |
|------------------------------------|-------------------|----------|-------------------|----------|
| | R1=R2 | R2=0,5R1 | R1=R2 | R2=0,5R1 |
| a, мм | | | | |
| S1, мм | | | | |
| S2, мм | | | | |
| C, Ф/м | | | | |
| E _M , В/м | | | | |
| E _N , В/м | | | | |
| E _L , В/м | | | | |
| σ _M , Кл/м ² | | | | |
| σ _N , Кл/м ² | | | | |
| σ _L , Кл/м ² | | | | |

Әдебиеттер тізімі

1. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин. Теоретические основы электротехники. – том 2. – СПб.: Питер, 2003.-576 с.
2. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л.. Теоретические основы электротехники. – том 3. – СПб.: Питер, 2003.-377 с.
3. Атабеков Г.И. ТОЭ линейные и электрические цепи (7-е изд.). – М.: Лань, 2009. – 592 с.
4. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники.-М.: Гардарики, 2007. – 638 с.
5. В.И. Денисенко, Г.М. Светашев. ТОЭЗ. Конспект лекций. – Алматы: АИЭС, 2007.- 90 с.

Гулдана Кашкинбаевна Смагулова
Любовь Павловна Болдырева

ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІ МЕН ЭЛЕКТР ӨРІСТЕРДІ ТАЛДАУ

5B071800, 5B081200 мамандығының студенттер үшін зертханалық жұмыстарды орындауға арналған әдістемелік нұсқаулар

Редактор Ж.А.Байбураева
Стандарттау бойынша маман Н.Қ. Молдабекова

Басуға ___ ___ ___ қол қойылды
Таралымы 350 дана
Көлемі 1,0 есептік баспа табақ

Пішімі 60x84 1/16
Баспаханалық қағаз №1
Тапсырыс _____. Бағасы 500 теңге.

«Алматы энергетика және байланыс университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірмелі - көбейткіш бюросы
050013 Алматы, Байтұрсынұлы көшесі, 12