



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

# **STUDIU PRIVIND PUTEREA REACTIVĂ**

**Student:**

**Rotaru Adrian**

**Conducător:**

**prof.dr. Stratan I.**

**Chișinău - 2016**

**Ministerul Educației al Republicii Moldova**

**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**Programul de masterat „Electroenergetica”**

**Admis la susținere**

**Șef de catedră: prof.dr. Stratan I.**

**„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2016**

# **STUDIUL PRIVIND PUTEREA REACTIVĂ**

**Teză de master**

**Masterand: \_\_\_\_\_ Rotaru Adrian**

**Conducător: \_\_\_\_\_ prof. univ., dr. Stratan I.**

**Chișinău – 2016**

## CUPRINS

INTRODUCERE .....	2
1 DETERMINAREA PUTERILOR ELECTRICE.....	4
1.1 Determinarea puterilor într-o rețea monofazată în regim sinusoidal .....	7
1.2 Determinarea puterilor într-o rețea monofazată în regim nesinusoidal.....	8
1.3 Determinarea puterilor într-o rețea trifazată în regim simetric sinusoidal .....	18
1.4 Determinarea puterilor într-o rețea trifazată în regim nesimetric sinusoidal.....	20
2 PREZENTAREA PUTERILOR ELECTRICE PRIN FUNCȚII MOMENTANE .....	24
2.1 Prezentarea puterilor electrice într-o rețea monofazată în regim sinusoidal.....	25
2.2 Metoda valorilor instantanee .....	33
2.3 Influența defazajului de unghi asupra caracterului puterilor electrice .....	35
2.4 Puterile la compensarea unghiului de defazaj.....	38
2.5 Prezentarea puterilor în regim nesinusoidal.....	42
2.6 Prezentarea puterilor electrice într-o rețea trifazată.....	45
3 FACTORUL DE PUTERE.....	52
3.1 Factorul de putere în circuite monofazate .....	53
3.2 Factorul de putere în circuite electrice trifazate.....	58
3.3 Factorul de putere neutral .....	60
3.4 Cauzele factorului de putere scăzut .....	61
3.5 Efecte ale factorului de putere redus .....	63
3.6 Mijloace de îmbunătățire a factorului de putere .....	65
3.6.1 Mijloace naturale de îmbunătățire a factorului de putere .....	65
3.6.2 Mijloace pentru reducerea puterii deformante.....	69
3.7 Soluții de îmbunătățire a factorului de putere.....	70
3.7.1 Soluții în domeniul frecvență .....	71
3.7.2 Soluții în domeniul timp.....	72
3.8 Controlul factorului de putere .....	73
4 STUDIUL DE CAZ.....	77
CONCLUZII.....	84
BIBLIOGRAFIE.....	85

## REZUMAT

În electroenergetică, pe larg, se utilizează noțiunea de *putere reactivă*. Această mărime se utilizează la dimensionarea instalațiilor și a rețelelor electrice, la calculul pierderilor de putere și energie, la alegerea instalațiilor de compensare și la facturarea energiei electrice. Din acest motiv este foarte important ca puterea reactivă să fie determinată corect.

Determinarea puterii reactive pentru regimul sinusoidal și regimul simetric nu prezintă dificultăți. În cazul regimului nesinusoidal nu numai că este dificil de determinat puterea reactivă, dar și de atribuit un sens fizic acestei mărimi. În regim nesimetric este dificil de determinat și puterea aparentă trifazată și puterea reactivă trifazată.

Scopul acestei lucrări este analiza puterilor în regim nesinusoidal și în regim nesimetric și elaborarea unor propuneri privind prezentarea puterilor în aceste regimuri.

Pentru realizare scopului propus, în primul capitol sunt analizate metodele de bază, propuse în literatura de specialitate, de prezentare și determinare a puterilor electrice în regim sinusoidal, nesinusoidal (pentru circuite monofazate), simetric și nesimetric (pentru circuite trifazate). În literatura de specialitate se găsesc mai multe metode de determinare a puterii reactive în regim nesinusoidal și toate acestea dau rezultate diferite. Același lucru poate fi spus și despre circuitele trifazate nesimetrice. Totodată nu este clar sensul fizic al puterii reactive în regim nesinusoidal. Concluzia este că aceste metode nu sunt satisfăcătoare.

În capitolul doi se analizează o altă modalitate de prezentare a puterilor electrice și o altă metodă de determinare a lor (*metoda valorilor instantanee*). Sunt arătate posibilitățile de utilizare a metodei valorilor instantanee în regim sinusoidal, nesinusoidal (pentru circuite monofazate), simetric și nesimetric (pentru circuite trifazate). Avantajele principale ale metodei sunt: obținerea valorilor obiective ale puterilor electrice, oglindirea proceselor fizice ce au loc în circuitele electrice, posibilitate de aplicare a acesteia în orice regim de funcționare a receptoarelor electrice ș.a.

În capitolul trei sunt prezentate metodele de determinare a factorului de putere în cazul circuitelor monofazate (în regim sinusoidal și nesinusoidal) și în cazul circuitelor trifazate (în regim simetric și nesimetric). Tot aici se explică esența fizică și economică a factorului de putere, fenomenele care duc la înrăutățirea acestui și metodele de îmbunătățire a lui.

În ultimul capitol se analizează o rețea electrică compusă dintr-o sursă, o linie și un consumator, cu scopul de a arăta aplicabilitatea metodei valorilor instantanee în practică.

## SUMMARY

In the electro energetics at the large scale is used the notion of reactive power. The value of reactive power is used for chosen the electrical equipment and conductors of power grids, the calculation of the power and energy losses and compensation installations. From this point of view, it is very important to computer correct the reactive power. The calculation of reactive power for sinusoidal operation mode of the power grids, do not meet any difficulties. If we have un-sinusoidal mode of operation, the calculation of the reactive power do not only meet sum essential difficulties, but also is hard to explain its physical sense. In addition, for unsymmetrical mode of operation of three phase circuits it is difficult to determine the three phase reactive power and apparent power.

The purpose of this paper is to analyze the powers under sinusoidal and unsymmetrical unbalanced operation modes and developing the proposals for submission powers in those on.

To achieve this on, in the first chapter are analyzed the basic methods, proposed in the professional literature for calculation and presentation the electrical powers in sinusoidal, non-sinusoidal ( single-phase circuits ), symmetrical and asymmetrical (three phase circuits). As has been established, then there are several methods for determining reactive power under sinusoidal modes of operation and all of them give different results. The same is possible to tell about the three-phase unbalanced circuits. However, it is not clear physical meaning of reactive power in sinusoidal modes. The conclusion is that these methods are not satisfactory.

The second chapter is devoted to the analysis of other way of presentation the electric powers and another method of determining their values (method of instantaneous values ). They are showing the possibilities for using the instantaneous values in the sinusoidal and non-sinusoidal single-phase circuits and symmetrical and asymmetrical three-phase circuits. The main advantages of this method consist in obtaining objective values of electric powers in accordance with the physical processes occurring in the electrical circuit, the possibility of use them in different operation modes of consumers and etc.

In the chapter three are presented the methods for determining power factor for sinusoidal and non-sinusoidal modes of operation of the single-phase power circuits and symmetrical and asymmetrical modes of three-phase circuits. It is explained the physics and economic essence of power factor, the ways and methods for improve it.

In the last chapter is analyzed the electrical scheme house consists of source, electrical line and consumer in order to show the practice application of the instantaneous method.