

# INFLUENȚA MODULAȚIEI IMPULSURILOR DE DURATĂ (MID) ASUPRA ERORII CONTOARELOR DE INDUCȚIE ȘI ASUPRA PIERDERILOR ÎN MOTORUL ASINCRON

Daniela CODREANU

Conducător științific: conf. univ., d. ș. t. C. CODREANU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** În acest articol sunt prezentate rezultatele cercetărilor erorii contoarelor de energie de inducție, precum și a pierderilor electrice în motorul asincron în prezența unui regim deformant în care persistă curenți și tensiuni armonici de înaltă frecvență la utilizarea convertizorului de frecvență Mitsubishi- E500 utilizat în calitate de sursă de tensiuni nesinusoidale. A fost demonstrat, că eroarea contoarelor de inducție și pierderile electrice în motorul asincron pentru regimurile deformante în circuitele cu MID se majorează cu câteva zeci de procente.

**Cuvinte cheie:** Modulație impulsuri de durată (MID), convertizor de frecvență, regim deformant..

## 1. Introducere

În sistemele de alimentare cu energie electrică în legătură cu majorarea consumatorilor de energie electrică care funcționează în regim cu impulsuri, precum și a sistemelor cu modulație de impulsuri în durată (MID), a convertizoarelor de frecvență în sistemele de acționări electrice cu motoare asincrone, a sarcinilor neliniare, a convertoarelor cu tiristoare etc, sunt generate armonici superioare cu o amplitudine majoră.

În legătură cu acest fapt, problema contorizării consumului de energie electrică în aceste condiții devine actuală, necătând la aceea că problemei contorizării consumului de energie electrică atât în regim sinusoidal cât și în regim nesinusoidal a proceselor electromagnetice este dedicat un număr mare de lucrări.

Pentru măsurarea energiei electrice în sistemele de alimentare cu energie electrică în timpul actual sunt utilizate atât contoare de inducție cât și contoare digitale. Ultimele sunt concepute în baza convertoarelor analogo-numerice cu utilizarea microprocesoarelor, deci în procesul de contorizare a energiei electrice este utilizată discretizarea măsurărilor în timp și cuantificarea semnalelor de intrare proporțional valorilor curente a curentului și tensiunii pe sarcină, ceea ce implicit va contribui la apariția erorilor de contorizare a energiei electrice.

În lucrarea dată sunt reprezentate rezultatele cercetărilor erorilor contoarelor de inducție, precum și a pierderilor de putere în motoarele asincrone în prezența unui grad înalt de armonici în curbele de curent și de tensiune. În acest caz a fost utilizat un contor digital de energiei electrice, care a permis de a obține informația veridică în condițiile regimului deformant cauzat de MID.

În calitate de un astfel de contor digital a fost utilizat un contor digital care a permis cu o precizie înaltă de calcul de a măsura valoarea energiei electrice  $W(t)$  în comparație cu contorul de inducție, în corespundere cu expresia:

$$W(t) = \int_0^t u(t) \cdot i(t) \cdot dt \quad (1)$$

unde,  $u(t)$  este valoarea momentană a tensiunii pe sarcină;

$i(t)$  - valoarea momentană a curentului de sarcină;

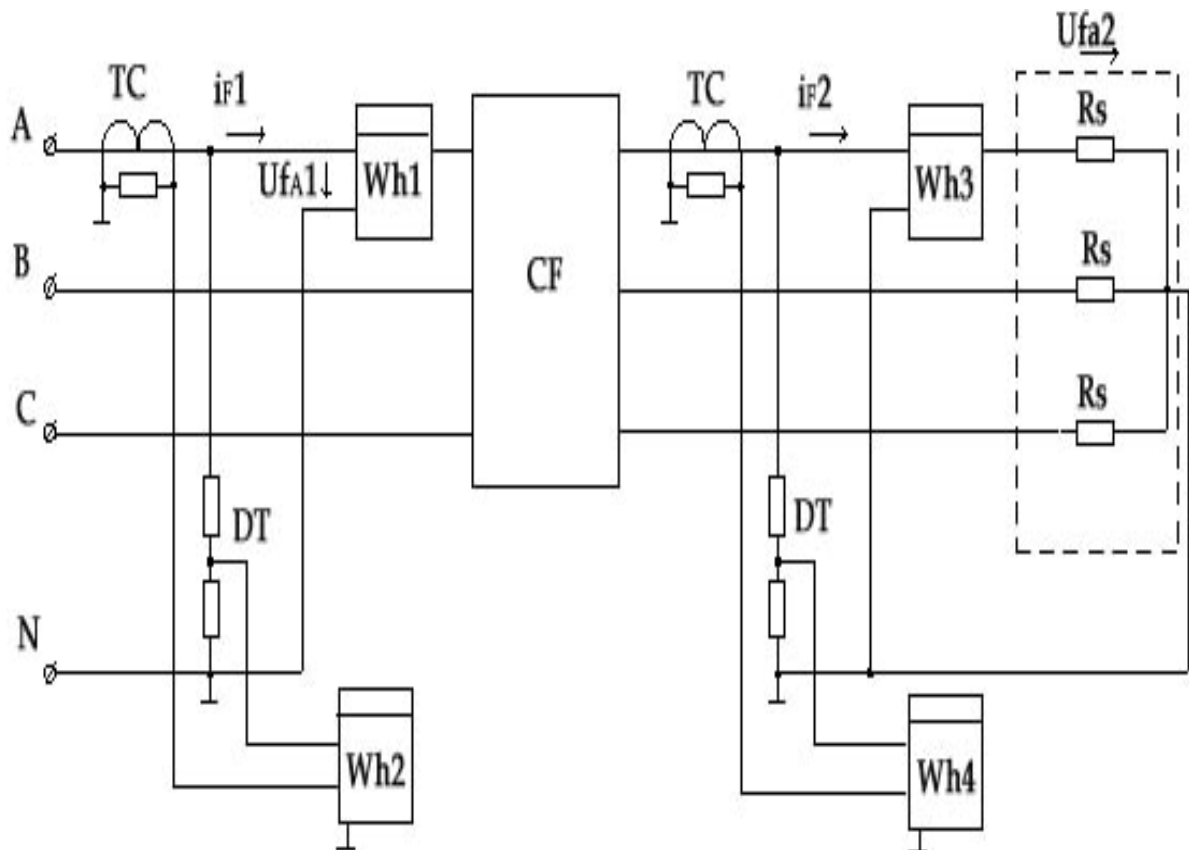
$t$  - timpul actual de măsurare.

În schema de structură a unui astfel de contor în calitate de multiplicator a valorilor momentane  $u(t)$  și  $i(t)$  este utilizat dispozitivul de multiplicare cu impulsuri, integratorul de impulsuri și contorul digital de impulsuri, ceea ce permite de a asigura eroarea totală de măsurare a valorii curente a energiei electrice de câteva zecimi de procente (0,1-0,2%) în prezența unei poluări mari cu armonici la frecvențe multiple

frecvenței de 50 Hz, până la frecvențe de câteva zeci de kHz, și de a utiliza în calitate de mijloc de măsurare model pentru măsurarea energiei electrice consumate.

În lucrarea dată nu este pus scopul de a descrie complet schema de structură și cea electrică a unui astfel de contor. Unul din obiectivele pus constă în determinarea nivelului de eroare posibilă al contorului de inducție în regim deformant cu un grad înalt de armonici de curenți și de tensiune.

Cercetările au fost efectuate prin utilizarea convertizorului de frecvență de tip Mitsubishi E500 cu puterea nominală de 5,5 kW. În calitate de sarcină au fost utilizate elemente încălzitoare și motor asincron. Schema de structură a instalației cu elemente încălzitoare și diagramele curenților și tensiunilor sunt prezentate în figura 1 și figura 2.



**Fig. 1 – Schema de structură a instalației: Wh1, Wh3 – contoare de inducție CO; Wh2, Wh4 – contoare digitale de energie electrică; TT – transformator de curent; DH – traductor de tensiune; CF – convertizor de frecvență; Rs – rezistența sarcinii**

Înainte de efectuarea experimentului în condițiile regimului deformant a fost efectuată verificarea indicațiilor contoarelor de inducție și a celor digitale la funcționarea cu aceeași sarcină în regim apropiat de cel sinusoidal. Schema de conectare a dispozitivelor este prezentată în figura 3. Diagrama în timp a curbei de tensiune pe sarcină este prezentată în figura 2 a.

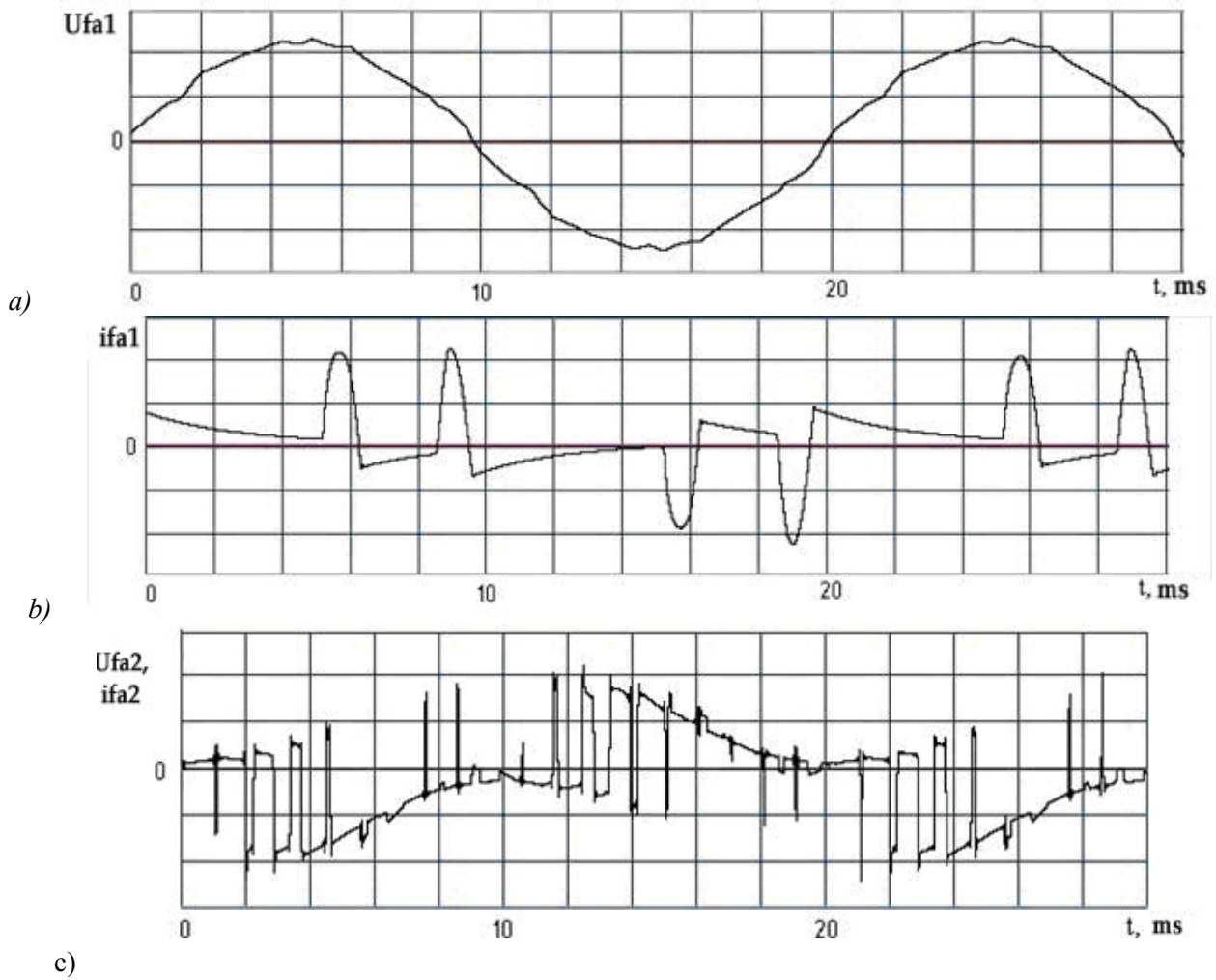


Fig. 2 – Diagramele în timp a tensiunilor de fază (a și b) și a curenților în faze (b și c) la intrarea și ieșirea convertizorului de frecvență pentru cazul sarcinii liniare active

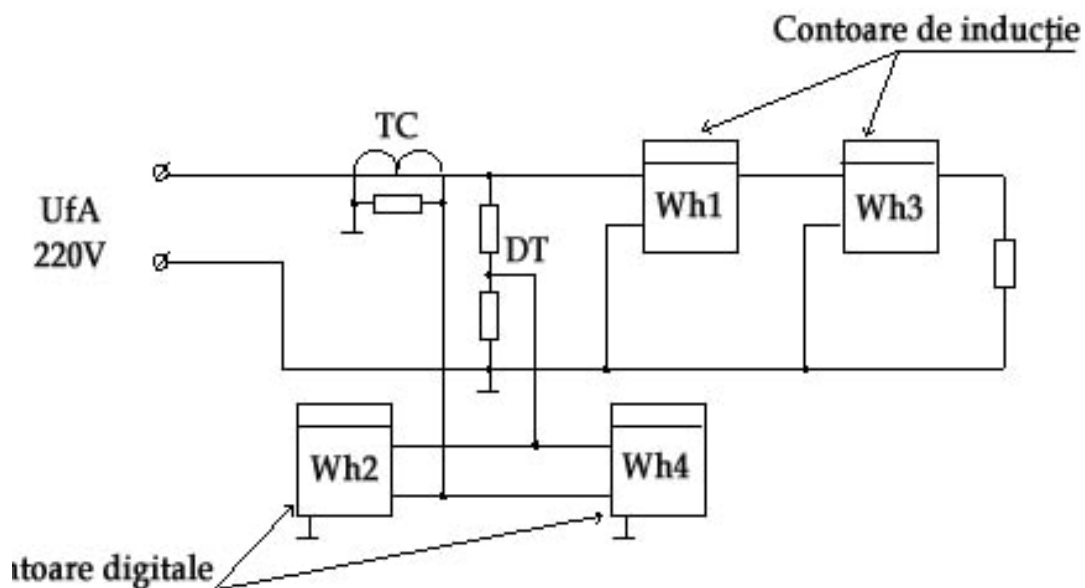


Fig. 3- Schema de verificare a contoarelor de inducție și contoarelor digitale la identificarea indicațiilor pentru un regim apropiat de cel sinusoidal

La efectuarea experimentului este utilizat următorul regim de funcționare a convertizorului de frecvență:

- frecvența armonică fundamentale la ieșirea convertizorului de frecvență  $f = 50$  Hz;
- frecvența MID de tensiune la ieșirea convertizorului de frecvență - 1 kHz;
- rezistența sarcinii a convertizorului de frecvență  $R_s = 38$  Ohm (regim apropiat la cel nominal);

Au fost efectuate câteva experimente cu o măsurare destul de exactă a duratei de timp de funcționare a contoarelor de energie și înregistrarea indicațiilor lor.

Conform indicațiilor contoarelor digitale de energie electrică a fost determinată valoarea medie a randamentului convertizorului de frecvență pentru sarcina indicată:

$$\eta_{CF,med} = \frac{P_{2,med}}{P_{1,med}} \cdot 100\% = 94,8\%, \quad (2)$$

unde  $P_{2,med}$  este valoarea medie a puterii la ieșirea convertizorului de frecvență;

$P_{1,med}$  - valoarea medie a puterii consumate de către convertizorul de frecvență.

(Abateră medie pătratică a indicațiilor de la valoarea medie a constituit 0,05%).

În rezultatul măsurărilor efectuate conform schemei din figura 1, au fost stabilite valorile relative  $\delta_a$  diferenței indicațiilor contoarelor digitale și celor de inducție în procente la ieșirea și intrarea convertizorului de frecvență, care ținând cont de prelucrarea statistică au următoarele valori:

$$\delta_{int} = 0,8\%, \quad \delta_{ies} = 28\%.$$

Din rezultatele obținute rezultă, că pentru unele și aceleași valori ale sarcinii în condițiile regimurilor deformante în circuitele cu MID, eroarea principală a contoarelor de inducție este de câteva zeci de ori mai mare decât eroarea principală în regim sinusoidal.

Rezultatele de cercetare prezentate sunt obținute pentru sarcina activă. În legătură cu aceea că convertizorul de frecvență este utilizat preponderent pentru alimentarea motoarelor asincrone în scopul reglării turațiilor, a fost efectuat experimentul pentru determinarea pierderilor de putere în motorul asincron la alimentarea lui de la convertizorul de frecvență Mitsubishi E500. Pentru cercetările experimentale a fost utilizat motor asincron de tip AHP100L2Y3 (puterea nominală 5,5 kW, 3000 rpm).

În calitatea de sarcină a motorului asincron este utilizat un generator de curent continuu cu excitație mixtă care este utilizat în calitate de sarcină pentru încălzitor. Preventiv a fost efectuată măsurarea puterii consumate de către motorul asincron și sarcină în regim sinusoidal. După prelucrarea datelor experimentale s-a stabilit că la alimentarea motorului asincron de la convertizorul de frecvență în condițiile specificate, pierderile de putere în motorul asincron se majorează cu 30% în comparație cu regimul sinusoidal. Aceasta contribuie la modificarea regimului termic de funcționare al motorului asincron și necesitatea reducerii sarcinii lui. Cauzele majorării pierderilor în motorul asincron în regimurile nesinusoidale sunt cunoscute și în acest articol nu sunt examinate. Scopul principal a fost stabilirea nivelului acestor pierderi.

### Concluzii:

1. Pe cale experimentală fost stabilit că nivelul erorii principale (zeci de procente) a contoarelor de inducție în condițiile regimului deformant creat de MID.

2. Pierderile în motoarele asincrone alimentate prin intermediul convertizoarelor de frecvență de asemenea cresc în comparație cu regimul standard de alimentare, cu câteva zeci de procente, ceea ce contribuie la o supraîncălzire a motorului asincron și necesitatea reducerii sarcinii lui.

### Bibliografie

1. *Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 2-12: Environment - Compatibility levels for low frequency conducted disturbances and signalling in public medium voltage power supply systems*, IEC 61000-2-12.