METODE MODERNE
DE MĂSURARE
A ENERGIEI ELECTRICE

PROFESOR:COJOCARU CLARISA

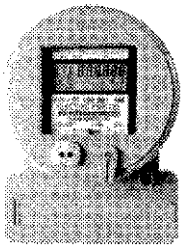
LICEUL TEHNOLOGIC ENERGETIC „ELIE RADU”, MUNICIPIUL PLOIEȘTI

1. PREZENTARE GENERALĂ

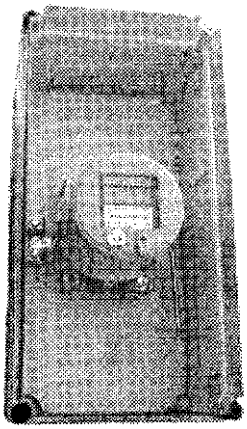
1.1 INTRODUCERE

Contorul electronic trifazat de energie electrică ALPHA ® Power+ dezvoltat de ELSTER utilizează cele mai avansate tehnologii din domeniul electronicii. Acestea îi asigură un nou nivel de flexibilitate, precizie, fiabilitate, calitate, precum şi economii băneşti companiilor de electricitate.

Contorul ALPHA ® Power+ îndeplineşte în totalitate funcţiile unui contor care colectează, prelucrează şi memorează informaţiile referitoare la modul în care a fost consumată energia electrică pe diferite intervale de timp. Este destinat utilizării atât de către marii cât şi de către micii consumatori de energie. Modul de lucru al contorului ALPHA ® Power+ permite programarea la producător, în laborator sau pe teren. Folosind o plăcuţă suplimentară cu relee, sunt disponibile până la şase ieşiri de releu pentru: controlul sarcinii, avertizarea consumatorului, impulsuri corespunzătoare energiei înregistrate sau sfârşitului intervalului de integrare.



Contorul ALPHA ® Power+



Contorul ALPHA ® Power+ de 200A

Tipuri de contoare:

- A1R+ - care înregistrează energia activă (kWh) şi energia reactivă (kVARh)
- A1RQ+ - la fel plus monitorizarea calităţii energiei
- A1RL+ - la fel ca A1R+ plus înregistrarea curbei de sarcină
- A1RLQ+ - la fel ca A1RL+ plus monitorizarea calităţii energiei

Toate tipurile de mai sus pot fi prevăzute cu plăci cu relee: - cu 2 relee
- cu 6 relee

Contoarele pot avea următoarele tipuri de comunicaţie:

- interfaţă RS232
- interfaţă RS485

SPECIFICAŢII

VALORI MAXIME ABSOLUTE

Domeniul de tensiune:

- pentru contoarele cu 3 sisteme de măsură de 100V : 3x(96-307)/(166-528)V
- pentru contoarele cu 3 sisteme de măsură de 57V: 3x(57-200)/(100-346)V
- pentru contoarele cu 2 sisteme de măsură : 2x(96-528)V

Curent:

- Continuu: 120 % din valoarea maximă
- Temporar (1 sec): 200 % din valoarea maximă

Temperatura:

- Domeniu: - 40°C la+55°C (ambient)
  - 40DC la +85°C (circuite electronice)

Umiditate:

- Domeniu: 0 la 100% umiditate relativă (fără condensare)

DOMENIUL DE LUCRU

Tensiune:

- Domeniu: de la 96 la 528 V sau de Ia 46 la 200V, 50 sau 60 Hz

Curent:

- Domeniu: de la 0 până la curentul nominal/maxim:

I_n / l_{max} =1A/2A, l_n / l_{max} =5A/20A, l_n / l_{max} =30/100A sau l_n / l_{max} =30/200A

Frecvenţa nominală:

- 50 sau 60 Hz +/- 5%

Consum

Sursa de alimentare:

- 0.75W şi 1.6VA Ia 120V

Consumul pe fiecare fază pe circuitul de tensiune:

- 0.008W la 120V
- 0.03W la240V
- 0.04W la480V

Impedanţa pe fiecare fază pe circuitul de curent:

- tipic 0.1 mΩ la 25°C

1.2 CARACTERISTICILE CONTORULUI ALPHA ® Power+

1.2.1 Afişajul cu cristale lichide

Afişajul cu cristale lichide permite vizualizarea datelor de facturare, a mărimilor măsurate şi a stărilor în care se află contorul. Aşa după cum se vede în Figura 1. Afişajul cu cristale lichide se împarte în opt regiuni (câmpuri), fiecare din ele afişând un anumit tip de informaţii.

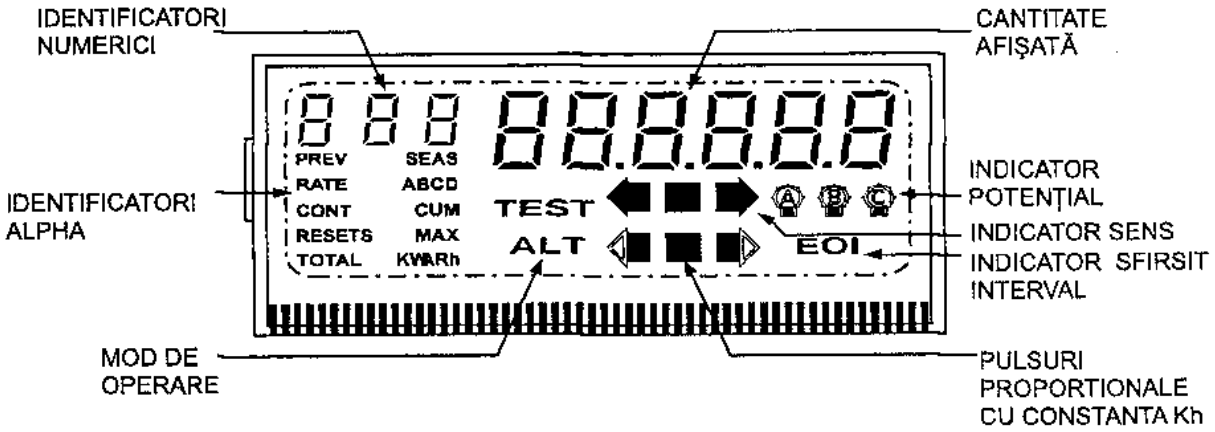


Fig1. Afişajul cu cristale lichide

1.2.2 Identificatorul numeric

Acest câmp de trei cifre, precizează în mod unic mărimea afişată. Folosind programul AlphaPlus puteţi asocia un identificator numeric fiecărei mărimi afişate. în acest câmp vor fi afişate de asemenea indicaţii în legătură cu testarea condiţiilor de lucru, afişarea mărimilor specifice aparatelor de măsură şi supravegherea calităţii energiei. De exemplu se poate afişa SYS, SEr, PhA, Phb, PhC, THA, etc. în plus, acest câmp va conţine Er, F, ori C ori de câte ori va apare o eroare, un avertisment sau o eroare în procesul de comunicaţie. în acest caz în câmpul de afişare a mărimii măsurate va apare un cod numeric de identificare a erorii sau avertismentului.

1.2.3 Identificatorul alfabetic

Acesta precizează mărimea afişată. Cu excepţia identificatorilor puterii şi energiei aceştia pot fi activaţi sau dezactivaţi cu ajutorul programului AlphaPlus. Spre deosebire de identificatorii numerici, aceştia nu pot fi modificaţi. Identificatorii alfabetici sunt predefiniţi după cum urmează:

ABCD -	indică faptul că mărimea afişată se referă la perioada de facturare A, B, C, sau D (numai la contorii cu defalcarea pe intervale de timp a mărimilor măsurate); intervalul de facturare activ pâlpâie;
CONT-	indică citirea puterii curente ; este folosit împreună cu CUM
CUM -	indică valoarea cumulată a puterii; folosit împreună cu kVARh;
KWARh -	activarea anumitor porţiuni ale acestui indicator permite precizarea energie sau puterii după cum urmează: kW, kWh, kVA, kVAh, kVAR, kVARh ("V" este realizat prin afişarea unei jumătăţi din "W");
MAX -	indică puterea maximă; este folosit împreună cu kVARh;

PREV-	indică perioada anterioară de facturare sau perioada de facturare corespunzătoare sezonului anterior atunci când este folosit împreună cu SEAS;
RATE -	indică tariful (numai în cazul măsurătorilor defalcate pe intervale de timp); folosit împreună cu ABCD;
RESETS-	indică numărul de resetări ale puterii maxime;
SEAS -	Indică sezonul anterior împreună cu PREV formând PREV SEAS (numai în cazul măsurătorilor cu defalcarea mărimilor măsurate pe Intervale de timp);
TOTAL -	Indică valoarea totală a energiei; folosit împreună cu kWARh;

Aceşti identificatori alfabetici pot fi combinaţi în mai multe feluri pentru a determina o anumită mărime afişată. De exemplu: RATE A kWh = înseamnă energie electrică activă înregistrată în tariful A (numai pentru măsurătorile cu defalcarea pe intervale de timp a mărimilor); CONT CUM KW = puterea activă cumulată continuu; MAX KW = puterea activă maxim înregistrată.

1.2.4 Indicatorii pulsatori

Aceştia sunt echivalentul discului ce se roteşte la contorii electromecanici. Pătratul din mijloc, pâlpâie corespunzător constantei Kh a discului, în timp ce săgeţile spre stânga şi spre dreapta pâlpâie m&i repede corespunzător constantei Ke.
"Aprinderea" săgeţilor spre stânga sau spre dreapta semnifică energie primită sau debitată fiind similare sensului de rotaţie a discului de la contoarele electromecanice.

1.2.5 Indicatorii de potenţial

Aceştia arată fazele ale căror tensiuni sunt active. De exemplu dacă A, B, şi C sunt afişate, atunci toate cele trei tensiuni de fază sunt prezente, în timp ce numai A şi C vor indica doar două faze active. Atunci când indicatorul unei faze pâlpâie, înseamnă că tensiunea acelei faze lipseşte, dar conform configuraţiei contorului ar trebui să fie prezentă. Starea indicatorilor poate fi citită de asemenea prin intermediul portului optic.

1.2.6 Relee de ieşire

În contorul ALPHA ® Power+ poate fi instalată opţional o placă cu relee. Sunt două tipuri de bază pentru plăcile cu relee:

1. Placa cu două relee KYZ1 şi KYZ2. Al doilea releu, KYZ2 poate fi programat pentru controlul sarcinii sau pentru semnalizarea sfârşitului de interval.
2. Placa cu şase relee. Patru sunt relee programabile: KYZ1, KYZ2, KYZ3 şi KYZ4. Unul este pentru controlul sarcinii iar celălalt pentru semnalizarea sfârşitului de interval de integrare.

1.2.6.1 Releul KYZ1

Primul releu static, KYZ1, este o ieşire dedicată energiei active.

1.2.6.2 Releul KYZ2

Al doilea releu static, KYZ2, este o ieşire versatilă, care poate fi programată fie ca ieşire KYZ, fie ca semnalizare a sfârşitului de interval, fie pentru controlul sarcinii, în cazul în care

este definit ca ieşire KYZ , dă impulsuri de Ke VARh. Divizorul programat pentru KYZ1 va afecta şi KYZ2.

1.2.7 Caracteristicile releelor

Releele pot comuta până la 120 VAC sau 200 VDC, şi vor rezista la un curent de 100 mA. Conexiunile releelor sunt în conformitate cu tabelele de mai jos:

Placa cu două relee:

	KYZ1	**KYZ2**
Comun (K)	Roşu	Portocaliu
Normal închis (Y)	Galben	Alb cu punct negru
Normal deschis (Z)	Negru	Albastru

Placa cu şase relee:

	KYZ1	**KYZ2**	**KYZ3**	**KYZ4**	**LC**	**EOI**
Comun (K)	Roşu	Roşu	Roşu	Roşu	Verde	Roşu
Normal închis (Y)	Galben	Alb cu punct negru	Violet	Gri		
Normal deschis (Z)	Negru	Albastru	Alb	Alb cu punct maro	Maro	Portocaliu

1.3 PROGRAMARE CONTOR

Programarea contorului se face numai de către personal instruit şi certificat de Elster.

1.3.1 CERINŢE HARDWARE ŞI SOFTWARE

1.3.1.1 Programul Alpha*Plus*

Contorul ALPHA ® Power+ are nevoie de programul AlphaPlus pentru programare şi citire. AlphaPlus este un program uşor de folosit care permite configurarea contorulului în funcţie de necesităţile utilizatorului.

Programul AlphaPlus îndeplineşte trei funcţii de bază:

- Crează date de configurare definite de utilizator;
- Trimite datele de configurare şi anumite comenzi contorului;
- Primeşte date referitoare la cantităţile măsurate şi informaţii de stare de la contor;

1.3.1.2 Hardware-ul şi sistemul de operare

Cerinţele programului AlphaPlus sunt următoarele:

- un calculator IBM PC sau compatibil, cu port serial;
- 640K bytes memorie RAM;
- sistem de operare DOS 3.0 sau Windows 95(98);
- Sonda UNICOM sau ABACUS;

1.3.1.3 Sonda UNICOM şi ABACUS

Sonda UNICOM este folosită în teren sau în laborator pentru a stabili comunicaţia între contor şi calculator. Aceasta se alimentează de la o sursă externă de 9 Vcc. Se conectează de la portul

serial al calculatorului ia portul optic al contorului. Sonda ABACUS are acelaşi mod de întrebuinţare ca şi sonda UNICOM. Deosebirile faţă de sonda UNICOM sunt următoarele:

- este de dimensiune mai mică;
- nu necesită alimentare externă;
- pe portul optic al contorului se conectează invers, adică cu cordonul în sus;

1.3.1.4 Documentaţia

Modul de lucru şi posibilităţile programului AlphaPlus şi ale sondei UNICOM sunt prezentate în :

- START în *AlphaPlus (TM42-2150D)*

Dezvoltarea de programe, programarea, citirea şi alte operaţii sunt explicate în sistemul de asistare (help on line) al programului AlphaPlus.

1.3.2 ACTIVAREA MODULUI DE PROGRAMARE

Contoarele sunt configurate cu blocarea programării. Pentru a putea fi programat, contorul trebuie trecut în modul Programare.

Trecerea contorului în modul de Programare se poate executa prin două metode:

1. Ruperea sigiliului butonului de Reset, apăsarea butonului de Reset simultan cu amplasarea unui magnet pe circumferinţa carcasei contorului, în partea dreapta cam unde ar fi ora 5 pe cadranul unui ceas. Pe contor va apare litera P în locul indexului şi a mărimii afişate, după care va putea fi programat.
2. Ruperea sigiliului metrologic şi apăsarea simultană a butoanelor Reset şi Alt. Pe contor va apare litera P în locul indexului şi a mărimii afişate, după care va putea fi programat.

Magnetul folosit la activarea modului Programare va fi livrat împreună cu un anumit număr de contoare.

1.4 MODURI DE LUCRU

1.4.1 Modul de lucru Normal

Modul de lucru Normal este implicit. în general acest mod de lucru este folosit pentru afişarea datelor de facturare. în modul de lucru Normal, contorul are toate facilităţile activate, prelucrând şi înregistrând datele în timp ce pe afişaj sunt defilate mărimile măsurate. Tipic, secvenţa modului de lucru Normal începe cu un test al afişajului LCD prin afişarea de opturi (888888) şi continua cu mărimile programate. (Deşi recomandată, aceasta nu este impusă atâta timp cât testarea afişajului este una din mărimile ce pot fi selectate folosind programul AlphaPlus şi oricum va apărea la prima alimentare a contorului).

1.4.2 Modul de lucru Alternativ (ALT)

Modul de lucru Alternativ este folosit pentru afişarea unui al doilea set de mărimi. Pentru a trece în modul Alternativ este necesară o apăsare scurtă a butonului ALT (mai puţin de o secundă). Modul Alternativ poate fi de asemenea activat punând un magnet pe circumferinţa carcasei contorului în partea dreapta cam unde ar fi ora 5 pe cadranul unui ceas. Contorul ALPHA® Power intra în modul Alternativ imediat după alimentare. în general, acest mod de lucru este folosit pentru a afişa mărimi care nu privesc direct procesul de facturare, cum ar fi mărimile caracteristice aparatelor de măsură, jurnalul căderilor de tensiune, numărul de resetări

ale puterii maxime, dar puteţi folosi modul de lucru Alternativ pentru a afişa oricare din mărimile selectabile cu ajutorul programului AlphaPlus. Dacă testarea condiţiilor de lucru este programată să se facă în modul Alternativ, atunci intrarea în acest mod de lucru va determinaşi afişarea condiţiilor de lucru. Contorul îndeplineşte corect toate funcţiile de măsură în modul de lucru Alternativ.

Pe afişaj este prezentată automat secvenţa mărimilor programate a fi afişate după care se revine în modul de lucru Normal. Pentru a mări viteza de derulare este suficient ca butonul ALT să fie ţinut apăsat pentru mai mult de o secundă. La eliberarea butonului secvenţa de afişare este întreruptă, putând fi citită mărimea la care s-a ajuns. Pentru a trece la următoarea mărime din secvenţa programată a fi afişată apăsaţi butonul ALT din nou. Ţinând apăsat butonul ALT se va reveni la derularea rapidă. Acelaşi lucru se poate face apropiind un magnet de partea dreptă a carcasei contorului şi ţinându-l sau îndepărtându-l, după cum se doreşte derularea rapidă sau pas cu pas a secvenţei mărimilor programate a fi afişate în modul de lucrul Alternativ. Pentru a reveni în modul de lucru Normal, lăsaţi să se scurgă un interval de aproximativ 2 minute fără a apăsa vreun buton, sau apăsaţi RESET (ceea ce va determina aducerea ia zero şi a puterii maxime înregistrate). Atâta timp cât se află în modul de lucru Alternativ, contorul nu va putea comunica cu calculatorul prin intermediul portului optic, deoarece în acest regim, portul optic este folosit pentru a trimite impulsuri proporţionale cu energia înregistrată de contor. Excepţie de la această regulă o face modul Alternativ activat ca urmare a revenirii dintr-o pană a tensiunii de alimentare.

1.4.3 Modul de lucru Test

Modul de lucru Test este folosit pentru a afişa un set de valori de control fără a afecta mărimile specifice perioadei curente şi datele de facturare, permiţând micşorarea duratei de calcul a puterii maxime în vederea testării modului de înregistrare a acesteia.

Folosind programul AlphaPlus în modul Test pot fi afişate mărimi caracteristice aparatelor de măsură. Atunci când este activat modul Test, pe afişaj va pâlpâi cuvântul TEST. La revenirea în modul de lucru Normal, măsurătorile făcute în modul de lucru Test sunt şterse şi se reactivează mărimile înregistrate înaintea intrării în modul de lucru Test.

Pentru a aduce contorul în modul de lucru Test, folosind butonul TEST sau cu ajutorul programului AlphaPlus activaţi funcţia ENTER TEST MODE. Pe afişaj va începe să pâlpâie cuvântul TEST şi timp de şase secunde vor fi afişate zerouri. După aceasta, vor fi afişate mărimile programate pentru modul de lucru Test. Pentru â reveni din modul de lucru Test în modul de lucru Normal, fie folosiţi din nou butonul TEST fie cu ajutorul programului AlphaPlus activaţi funcţia EXIT TEST MODE. în cazul în care contorul este uitat din greşeală în modul de lucru Test, el va reveni în modul de lucru Normal fie după scurgerea a trei intervale de calcul a puterii maxime fie după o dispariţie a tensiunii de alimentare. Butonul TEST permite trecerea contorului din modul de lucru Normal în modul de lucru Test şi invers. în cazul în care butonul TEST este apăsat şi rotit 90 de grade în sensul acelor de ceasornic, contorul va rămâne în modul Test până când butonul TEST va fi readus în poziţia iniţială. Atâta timp cât contorul este adus în mod Test prin apăsarea butonului, nu se mai poate comunica cu calculatorul deoarece în această situaţie portul optic este folosit pentru a trimite impulsuri de verificare corespunzătoarea valorii Kh a energiei înregistrate de contor.

1.4.4 Modul de lucru Eroare

În cazul în care contorul detectează o eroare care afectează grav funcţionarea corectă a contorului sau integritatea datelor memorate, atunci aftşajui se blochează în modul Eroare. în funcţie de gravitatea erorii, contorul va continua să calculeze energia consumată şi să stocheze datele cât mai bine posibil. Atunci când contorul este în modul Eroare, va fi afişat un cod de precizare al acesteia (de exemplu Er000001).

Pentru a vedea secvenţa normală de afişare atunci când ne aflăm în modul de lucru Eroare, trebuie apăsat scurt butonul ALT. Vor fi afi şate în ordine mărimile programate pentru modul de lucru Normal, după care se va reveni la afişarea codului erorii. Ţinând butonul ALT apăsat,

valorile afişate corespunzătoare regimului de lucru Normal se vor succeda cu viteză mărită pe afişaj fiind urmate de secvenţa mărimilor programate să apară în regimul Alternativ. Se va reveni în modul de lucru Eroare dacă: s-a apăsat butonul RESET sau TEST, a fost o întrerupere a tensiunii de alimentare, a trecut o perioadă mai mare de două minute în care nu s-a întreprins nici o acţiune.

Pentru a elimina mesajul de eroare trebuie înlăturată cauza care l-a generat sau, dacă nu puteţi trimiteţi contorul atelierului de reparaţii. Nu lăsaţi contorul să funcţioneze în modul de lucru Eroare deoarece mărimile înregistrate vor fi suspecte.

1.5 FOLOSIREA BUTOANELOR

Contorul ALPHA are trei butoane:

- Pentru resetarea puterii (RESET),
- Pentru afişarea celei de-a doua secvenţe de mărimi măsurate (ALT),
- Pentru activarea modului de lucru Test (TEST).

Modul de lucru Test poate fi activat şi cu ajutorul programului AlphaPlus. Butoanele RESET şi ALT pot fi apăsate folosind comutatorul RESET/ALT de pe capacul contorului, în timp ce butonul TEST nu poate fi acţionat decât prin înlăturarea capacului deoarece se află în partea frontală a ansamblului electronic, în Figura 2 sunt prezentate butoanele RESET/ALT.

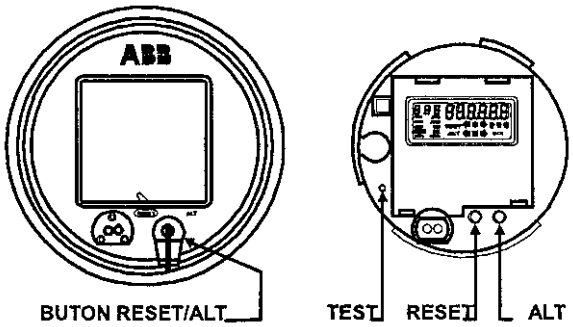


Fig.2 Poziţia butoanelor RESET/ALT

1.5.1 RESETAREA PUTERII (RESET)

1.5.1.1 Reset-ul în modul de lucru Normal

Apăsarea butonului RESET incrementează puterea cumulată, aduce puterea maximă la zero şi reâncepe secvenţa de afişare. Apăsarea butonului RESET este confirmată prin afişarea de zero-uri. Deoarece resetarea puterii aduce la zero şi anumite mărimi cu rol de securitate (de exemplu: zile de la ultimul reset, zile de la ultimul impuls, etc.) şi codurile avertismentelor, după care se copiază datele curente de facturare în locaţii de memorie aferente datelor anterioare, poate fi folositoare şi pentru contoare care nu înregistrează puterea maximă. Cu ajutorul programului AlphaPlus, puteţi preciza durata minimă a intervalului de timp între două apăsări succesive ale butonului RESET. în acest interval, apăsarea resetului nu va fi confirmată pe afişaj şi nu va avea nici un efect cu excepţia iniţializării secvenţei de mărimi afişate.

1.5.1.2 Reset-ul în modul de lucru Alternativ

În modul de lucru Alternativ, apăsarea resetului, pe lângă efectele pe care le are în modul de lucru Normal: aducerea la zero a puterii maxime, a datelor cu rol de securitate etc, determină şi ieşirea din modul de lucru Alternativ, revenind în modul de lucru Normal.

1.5.1.3 Reset-ul în modul de lucru Test

În modul de lucru Test, apăsarea butonului RESET determină iniţializarea modului de lucru Test, ceea ce înseamnă aducerea la zero a energiei active, a puterii, a numărului de impulsuri şi reluarea secvenţei de afişare.

1.5.1.4 Reset-ul în modul de lucru Eroare

Apăsarea butonului RESET în modul Eroare, duce doar la revenirea afişării codului erorii în cazul în care ne aflăm într-un ciclu de afişare rapidă sau pas cu pas a mărimilor.

1.5.1.5 Reset-ul la testarea condiţiilor de lucru

Butonul RESET este folosit pentru ”înscrierea” stării în contor în timpul testării condiţiilor de lucru, în cazul în care acest lucru a fost validat prin selectarea opţiunii "Manual" la: AlphaPlus Main Menu→Program or Read →Special Tasks→PowerTools Tasks →Set Service Test Options→Service Check (Meniu Principa l→Citire/Programare→Operaţii Speciale→Operaţii PowerPlus→Verificarea condiţii de lucru) sau atunci când funcţia "Autolock Voltage Service" nu este activată în lista "Service Voltage Teste index card" a programului PowerPlus Thresholds.

Când succesiunea fazelor, tensiunea şi montajul apar pe afişaj, apăsaţi butonul RESET pentru a înscrie aceste informaţii în memoria contorului. Această unică folosire a butonului RESET nu afectează puterea, numărul de acţionări ale butonului RESET sau aite jurnale legate de reset. După această operaţie, funcţiile RESET-ului sunt cele descrise în paragrafele anterioare.

1.5.2 Afisajul ALTERNATIV (ALT)

1.5.2.1 ALT în modul Normal

Apăsând ALT se activează secvenţa alternativă de afişare, ceea ce determină apariţia unui al doilea set de mărimi pe afişaj. Când ne aflăm în modul Alternativ, mărimile sunt afişate în acelaşi ritm cu modul Normal, şi pe afişaj este "aprins" ALT. Dup ă parcurgerea tuturor mărimilor programate să apară în regimul Altenativ, se revine automat la modul de lucru Normal. Nu este posibilă comunicarea prin portul optic atunci când s-a intrat în modul Alternativ ca urmare a apăsării butonului ALT. Portul optic este folosit pentru a trimite impulsuri corespunzătoate energiei Kh.

1.5.2.2 ALT în modul Alternativ

Apăsarea butonului ALT pentru 1-2 secunde în modul Alternativ, determin ă "blocarea" pe afişaj a mărimii afişate. Pentru a avansa manual în secvenţa mărimilor programate a fi afişate, apăsaţi ALT de mai multe ori. Pentru defilare rapidă ţineţi apăsat ALT (m ărimile vor fi afişate aproximativ 1/2 secunde). Dacă ALT este eliberat în timpul defilării rapide, mărimea afişată rămâne timp de două minute sau până când apăsaţi ALT din nou. După două minute în care nu se apasă nimic, contorul revine automat în modul de lucru Normal. De asemenea se revine în modul de lucru Normal şi în cazul apăsării resetului sau după o dispariţie a tensiunii de alimentare. ATENŢIE! apăsarea RESET-ului aduce la zero puterea înregistrată la fel ca în modul de lucru Normal.

1.5.2.3 ALT în modul Test

Apăsând ALT pentru 1-2 secunde în modul de lucru Test m ărimea afişată este blocată pe afişaj. Mărimea blocată pe afişaj va continua să-şi reîmprospăteze valoarea din secundă în secundă. Aceasta permite celui care testează contorul să supravegheze modul de acumulare a puterii sau felul în care este decrementată durata de calcul a puterii. Pentru a avansa manual în secvenţa mărimilor programate a fi afişate în modul de lucru Test, apăsaţi ALT de mai multe ori. Pentru defilare rapidă ţineţi apăsat ALT (mărimile vor fi afişate aproximativ 1/2 secunde).

1.5.2.4 ALT în modul Eroare

Ţinerea apăsată a butonului ALT timp de o secundă atunci când o eroare este afişată determină trecerea de la afişarea erorii la secvenţa normală de afişare. La sfârşitul acesteia, eroarea va reapare pe afişaj. Ţinând ALT ap ăsat, secvenţa normală va fi afişată rapid fiind urmată de secvenţa alternativă. La eliberarea butonului ALT mărimea va rămâne afişată 2 minute înainte de reafişarea codului de eroare.

1.5.2.5 ALT la testarea condiţiilor de lucru

Când testarea condiţiilor de lucru este programată ca făcând parte din secvenţa alternativ afişată, se va realiza testarea condiţiilor la fiecare activare a acesteia. Aceasta se poate face apăsând butonul ALT, sau folosind un magnet care să fie apropiat de capacul contorului în poziţia corespunzătoare orei cinci de pe cadranui unui ceas. Se va realiza testarea condiţiilor de lucru şi vor fi prezentate pe afişaj rezultatele în legătură cu tensiunea de lucru şi montajul contorului.

Nota: Toate funcţiile anterior menţionate pot fi realizate plasând un magnet pe capacul contorului în poziţia corespunzătoare orei cinci de pe cadranul unui ceas. Apropierea magnetului are acelaşi efect cu apăsarea butonului ALT.

1.5.3 TEST

1.5.3.1 TEST în modul Normal şi Alternativ

Apăsând TEST o secundă sau mai mult în modul Normal sau Alternativ, determină pâlpâirea cuvântului TEST, afişarea de zerouri timp de 6 secunde şi activarea secvenţei de afişare programată pentru modul de lucru Test. Dacă se ţine butonul TEST apăsat între 1 şi 6 secunde, se revine automat în modul de lucru Normal după scurgerea a trei intervale de calcul a puterii maxime. Dispariţia tensiunii de alimentare determină de asemenea ieşirea din modul de lucru Test. Dacă butonul TEST este apăsat mai mult de 6 secunde, se iese din modul Test la eliberarea lui. Pentru blocarea contorului în modul de lucru Test butonul TEST trebuie apăsat şi rotit 90 de grade în sensul acelor de ceasornic.

1.5.3.2 TEST în modul Test

Apăsarea butonului TEST în modul Test aduce contorul în modul de lucru Normal.

1.5.3.3 TEST în modul Eroare

Apăsarea butonului TEST în modul de lucru Eroare va încerca aducerea contorului în modul de lucru Test; oricum nu va avea alt efect decât pâlpâirea pe afişaj a cuvântului TEST timp de trei intervale de calcul a puterii.

1.5.3.4 TEST la testarea condiţiilor de lucru

Când testarea condiţiilor de lucru este programată ca făcând parte din secvenţa afişată în modul de lucru Test, se va realiza testarea condiţiilor de lucru la activarea acesteia. Aceasta se poate face apăsând butonul TEST, sau cu ajutorul programului AphaPlus activând modul de lucru Test. Se va realiza testarea condiţiilor de lucru şi vor fi prezentate pe afişaj rezultatele în legătură cu tensiunea de lucru şi montajul contorului.

2.ÎNTREȚINEREA

Contoarele ALPHA ® Power+ montate, verificate şi programate, în conformitate cu instrucţiunile de instalare şi programare, nu au nevoie de întreţinere specială.

În această categorie de lucrări se pot menţiona:

1. schimbarea periodică a bateriei o dată la 20 de ani în condiţii normale de funcţionare a contorului sau o dată la 5 ani dacă contorul nu a fost alimentat.
2. folosirea şi refacerea şunturilor termice, recomandate a fi folosite pentru aplicaţii la care curentul de durată este mai mare de 150A.
3. folosirea şi refacerea pastei/unsorii electroconductoare pentru conductoare de aluminiu folosite la legarea contoarelor cu conectare directă pentru Imax 100A şi 200A. Acest lucru îmbunătăţeşte contactul şi reduce riscul conexiunilor reci.
4. verificarea metrologică periodică conform legislaţiei.

3. REPARAȚII

3.1 Utilizatorul poate efectua trei tipuri de reparaţii:

3.1.1 înlocuirea bateriei defecte.

⚠ AVERTISMENT

Înainte de a înlocui bateria, contorul trebuie să fie deconectat de la reţeaua de tensiune şi curent. Sunt prezente tensiuni periculoase, ce pot determina electrocutarea persoanei sau deteriorarea echipamentului.

Bateria este defectă dacă pe afişajul contorului apare următorul mesaj de avertizare F000001. Pentru înlocuirea bateriei trebuiesc respectaţi următorii paşi:

1. Deconectaţi contorul (înlăturaţi tensiunile şi deconectaţi curenţii).
2. Rupeţi sigiliul şi scoateţi capacul contorului.
3. Scoateţi bateria defectă din locaşul de fixare de pe modul şi înlocuiţi-o cu cea nouă.
4. Montaţi capacul contorului.
5. Sigilaţi contorul.
6. Conectaţi tensiunile şi curenţii la contor după diagrama de conexiune care există pe spatele capacului de borne.
7. Avertismentul F000001 de pe afişaj va dispare la o autotestare a contorului.
   Autotestarea contorului se realizează în următoarele situaţii:
   - după o dispariţie a tensiunii de alimentare;
   - la o comunicare cu calculator prin programul AlphaPlus;
   - la miezul nopţii al fiecărei zile;

Bateria este o celulă cu litiu. Ea poate fi obţinută de la mai mulţi furnizori, dar pentru asigurarea celor mai bune performanţe se recomandă folosirea bateriilor oferite de Elster cu codul 1A46869H01.

3.1.2 Reprogramarea contorului, în urma constatării unui mesaj de avertizare/eroare şi eliminarea cu success dacă este posibil, a cauzei existente.

Pentru rezolvarea unei astfel de probleme, identificaţi tipul de avertisment/eroare de pe afişaj şi acţionaţi conform recomandărilor din acest manual (pct. 3.2-3.2.8.6).

3.1.3 Trimiterea contorului pentru reparaţii la Elster Rometrics SRL

⚠ ATENȚIE

Nu se admite deschiderea contorului și intervenția în el de către alt personal decât cel instruit de Elster.

În cazul în care nu puteţi înlătura problema, trimiteţi contorul la fabrică pentru reparare sau înlocuire. Pentru o mai buna înţelegere a problemelor apărute şi remedierea acestora cât mai urgent, vă rugăm să returnaţi la fabrică manualul împreună cu tabelul de mai jos completat cu tipul, seria contorului precum si defectul sau observaţiile reclamate de beneficiar. Acest tabel îl găsiţi şi pe ultima pagină pentru a putea fi xeroxat.

DATA	TIPUL	SERIA CONTORULUI	OBSERVAŢII

Adresa la care trebuie trimis contorul este:

Elster ROMETRICS SRL
DN6 Lugoj - Timişoara, km 551+330m, 1911 Ghiroda - Timişoara
Tel: 0256 499899 Fax: 0256 493737

3.2 VERIFICAREA CONTORULUI

Toate contoarele ALPHA ® Power+ sunt testate şi calibrate astfel încât să funcţioneze mulţi ani fără a se defecta. Nu exisă reglaje care să permită calibrarea contorului. Contorul ALPHA ® Power+ testează o mare parte a hardului automat şi în afară de asta puteţi supune contorul la diferite probe atât în teren cît şi în laborator.

3.2.1 Problematica verificării

Contoarele ALPHA ® Power+, tip A1R+ funcţionează ca mai multe contoare într-unul singur, înregistrând VARh cu aproximativ aceleaşi componente folosite pentru înregistrarea energiei electrice active. Metodele de verificare sunt aceleaşi indiferent de tipul contorului pe care îl aveţi.

Deoarece contorul ALPHA ® Power+ nu necesită reglaje făcute de utilizator, în mod normal puteţi verifica dacă se încadrează în specificaţiile de producător, în caz contrar returnaţi-l la fabrică.

3.2.2 Avertismente

Apariţia unui avertisment presupune o condiţie care în prezent nu afectează nici datele memorate, nici funcţionarea contorului. Avertismentul este semnalizat prin litera F în câmpul identificatorilor numerici şi un cod numeric în câmpul de afişare a mărimilor.

Atunci când există un avertisment, acesta este introdus în secvenţa mărimilor afişate pe prima poziţie. Contorul poate fi programat să blocheze afişajul cu mesajul Er000000 ori de câte ori apare un avertisment. în acest caz pentru a vedea avertismentul care a blocat afişajul trebuie activat modul de lucru Alternativ.

În Tabelul 4-1 sunt prezentate codurile de avertisment.

Tabelul 4-1. Avertismente

Afişaj	Definiţie
F000001	Baterie descărcată
F000010	Avertisment în legătură cu funcţionarea circuitului integrat
F000100	Circulaţie inversă a energiei
F001000	Lipsa tensiunii pe una din faze
F010000	Avertisment generat de sistemul de supraveghere a calităţii
F100000	energiei
	Suprasarcină

Avertismentele în legătură cu lipsa tensiunii şi funcţionarea circuitului integrat de măsură sunt şterse atunci când condiţiile ce au dus la afişarea acestuia sunt eliminate.

Avertismentul bateriei descărcate dispare la înlocuirea acesteia, după care contorul este determinat să se autotesteze. (Autotestul rulează după o dispariţie a tensiunii de alimentare, o comunicare prin calculator, sau la miezul nopţii al fiecărei zile.)

Avertismentul referitor la circulaţia inversă a energiei este înlăturat după un interval de calcul al puterii în care nu există circulaţie inversă, iar energia înregistrată în sensul normal este echivalenză cu 24xKe. Suprasarcina este anulată prin reset sau cu ajutorul calculatorului resetând "statuses" sau "values and statuses". Avertismentul generat de sistemul de supraveghere al calităţii energiei Ia contoarele ALPHA ® Power+ dispare la înlăturarea condiţiei care l-a generat.

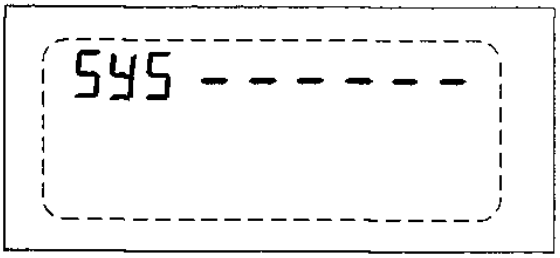
3.2.3 Erori

O eroare (cu excepţia Er000000) înseamnă o defecţiune gravă care afectează fie datele memorate fie buna funcţionare a contorului.

Aceasta este semnalizată prin literele Er în câmpul identificatorilor numerici şi un cod în câmpul de afişare al mărimilor. Atunci când este detectată o eroare, contorul intră automat în modul de lucru Eroare, ceea ce determină blocarea pe afişaj a codului erorii. Pentru a vedea secvenţa normală de afişare, apăsaţi ALT. Pentru a înlătura mesajul de eroare trebuie fie să reparaţi fie să reprogramaţi contorul în funcţie de gravitatea erorii. în capitolul 3.2.7 este prezentată lista codurilor de eroare şi definiţia lor.

3.2.4 Testarea condiţiilor de lucru

Testarea condiţiilor de lucru are drept scop verificarea corectitudinii montajului în care se găseşte contorul. Contorul ALPHA ® Power+ poate verifica felul montajului, defazajele, tensiunile de fază şi credibilitatea curenţilor de fază . Sunt două teste care pot fi făcute. Primul este testul tensiunilor sistemului când se verifică tensiunile, unghiul între ele şi tipul montajului. Scopul este de a ajuta la identificarea montajelor incorecte a siguranţelor arse sau lipsă. Al doilea test este cel al curenţilor sistemului şi el validează aceşti curenţi. Scopul este de a ajuta la identificarea montajelor incorecte şi a

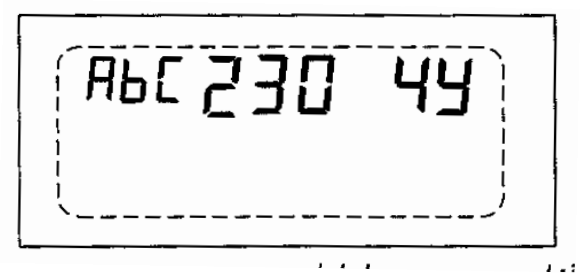


circuitelor deschise sau cu siguranţele sarcinii arse. Pe durata testării sistemului, pe afişaj va apare "SYS------".

Testul sistemului:
În derulare

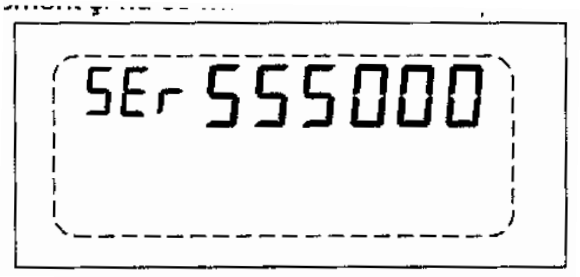
În cazul în care testul este trecut cu succes, se afşează tipul montajului şi se trece la afişarea următoarei informaţii.

Testul sistemului:
Serviciu valid
230V, 4WY,
Rotaţia fazelor: ABC



În cazul în care se găseşte vreo eroare, pe afişaj va apare codul de eroare montaj (SEr 555000), se generează un avertisment şi nu se mai face testul curenţilor.

Testul sistemului:
Service Error,
Serviciu invalid



Testul nu este trecut în următoarele condiţii:

- Unghiurile între tensiuni diferă cu mai mult de +/- 15° faţă de ceea ce ar trebui să fie
- Amplitudinile tensiunilor nu se înscriu în limitele prescrise folosind programul AlphaPlus sau programul PQ Inspector

		VA	VB	VC	IA	IB	IC
Unqhiuri necunoscute	SEr	5	5	5	0	0	0
Lipseşte curentul pe faza A	SEr	0	0	0	1	0	0
Lipseşte curentul pe faza B	SEr	0	0	0	0	1	0
Lipseşte curentul pe faza C	SEr	0	0	0	0	0	1
Curent redus pe faza A	SEr	0	0	0	2	0	0
Curent redus pe faza B	SEr	0	0	0	0	2	0
Curent redus pe faza C	SEr	0	0	0	0	0	2
Fact. de putere necorespunzător pe faza A	SEr	0	0	0	4	0	0

Fact. de putere necorespunzător pe faza B	SEr	0	0	0	0	4	0
Fact. de putere necorespunzător pe faza C	SEr	0	0	0	0	0	4
Circulaţie inversă pe faza A	SEr	0	0	0	5	0	0
Circulaţie inversă pe faza B	SEr	0	0	0	0	5	0
Circulaţie inversă pe faza C	SEr	0	0	0	0	0	5
Curent mare pe faza A	SEr	0	0	0	8	0	0
Curent mare pe faza B	SEr	0	0	0	0	8	0
Curent mare pe faza C	SEr	0	0	0	0	0	8

Dacă bănuiţi că ar exista o defecţiune, vă recomandăm să realizaţi în ordine următoarele verificări:

3.2.5 Verificare vizuală

Înainte de a alimenta contorul, verificaţi existenţa oricăror semne de defectare fizică, ca de exemplu părţi sparte sau lipsă, fire rupte sau lipsă, componente rupte sau îndoite sau urme ale supraîncălzirii. Defectele fizice în exteriorul contorului pot semnala defecte electrice în interiorul lui.

!!! PERICOL

Niciodată nu alimentaţi un contor care ar putea fi defect.

Alimentarea unui contor defect poate duce la electrocutarea personalului şi/sau distrugeri de echipamente.

3.2.6 Verificaţi modul de instalare al contorului

Cea mai răspândită cauză a înregistrării incorecte a energiei este montajul greşit al contorului. Alte cauze pot fi:

- Neconcordanţa între caracteristicile instalaţiei şi cele scrise pe eticheta contorului;
- Contor de tip incorect;
- Distrugeri mecanice şi electrice;
- Tensiunea de lucru în afara limitelor de pe eticheta contorului;
- Portul optic murdar sau obturat;
- Sigiliul rupt ca urmare a unei tentative de furt;

3.2.7 Verificaţi existenta codurilor de eroare

3.2.7.1 ErOOOOOO - Afişajul blocat de un avertisment

Descriere: Apare în cazul unui avertisment şi dacă contorul este programat să asocieze avertismentelor cod de eroare Er000000. Implicit acest mesaj de eroare este dezactivat. Aceasta înseamnă că nu va apare până când nu va fi activat folosind programul AlphaPlus.

Acţiuni recomandate: Pentru a afla codul avertismentului, folosiţi programul AlphaPlus sau intraţi în modul de afişare alternativ. Din tabelul 4-1 aflaţi condiţia care a generat eroarea.

3.2.7.2 Er000001 - Depăşire (contoarele cu defalcarea mărimilor măsurate pe intervale de timp)

Descriere: Indică faptul că suma de control a memoriei volatile (RAM) este incorectă sau că ceasul s-a oprit în lipsa alimentării. Atunci când dispare tensiunea, contorul foloseşte alimentarea de la supercondensatorşi de la bateria opţională. Când aceste surse cad, ceasul nu mai funcţionează , iar datele din memoria RAM sunt suspecte. în plus funcţiile de defalcare a mărimilor măsurate nu mai pot fi îndeplinite deoarece ceasul este incorect. Oricum, există o copie de siguranţă a datelor de facturare, iar butoanele şi portul optic funcţionează corect.

La dispariţia alimentării, valoarea totală a energiei şi valoarea puterii maxime sunt înscrise în memoria nevolatilă, deci pot fi reconstituite. Acţiuni recomandate: Notaţi toate mărimile afişate, după care întrerupeţi alimentarea contorului, înlocuiţi bateria, realimentaţi contorul, corectaţi timpul şi ştergeţi erorile folosind programul AlphaPlus. în cazul în care eroarea apare în continuare, trimiteţi contorul la fabrică pentru reparaţii.

3.2.7.3 Er000010 - Eroare a cristalului de cuarţ

Descriere: Semnalează o problemă la oscilatorul cu cuarţ.

Acţiuni recomandate: Notaţi mărimile afişate, şi returnaţi contorul la fabrică pentru reparaţii.

3.2.7.4 Er000100 – Suma de control eronată

Descriere: Indică prezenţa unei erori în zona memoriei (EEPROM) destinate datelor referitoare la configuraţia programată în contor. Această eroare face imposibilă acumularea datelor, contorul neputând şti dacă programul de facturare este corect.

Butoanele şi portul optic vor continua să lucreze corect. O altă cauză obişnuită a acestei erori poate fi o întrerupere în procesul de comunicaţie în timpul programării.
Acţiuni recomandate: Programaţi contorul folosind programul AlphaPlus. In cazul în care eroarea apare în continuare, trimiteţi contorul la fabrică pentru reparaţii.

3.2.8 VERIFICAŢI PREZENTA AVERTISMENTELOR

Avertismentele nu afectează datele sau buna funcţionare a contorului. Ele vă previn în legătură cu situaţii care pot evolua în posibile probleme care pot afecta buna funcţionare a contorului.

3.2.8.1 F000001 - Bateria

Descriere: În cazul în care contorul a fost programat pentru a îndeplini funcţii legate de defalcarea mărimilor înregistrate pe intervale de timp şi s-a definit testul bateriei, avertismentul semnalează bateria descărcată sau lipsa bateriei. Acţiuni recomandate: înlocuiţi bateria. Acest avertisment nu este semnificativ pentru contoarele fără defalcarea mărimilor măsurate pe intervale de timp. în cazul în care apare la un astfel de contor, dezactivaţi avertismentul folosind programul AlphaPlus. Pentru a şterge avetismentul, resetaţi puterea sau comunicaţi cu contorul folosind programul AlphaPlus.

3.2.8.2 F000010 - Funcţionare incorectă a circuitului integrat de măsură

Descriere: în cazul în care programul circuitului integrat de măsură este modificat sau nu este executat corect, acesta semnalizează microprocesorului prin intermediul acestui mesaj necesitatea reprogramării. în cazul unei reprogramări corecte, mesajul de avertisment este şters.

Acţiuni recomandate: Dacă avertismentul persistă, verificaţi dacă mediul în care lucrează contorul nu este extrem de zgomotos din punct de vedere electric şi încercaţi să remediaţi situaţia. Altfel returnaţi contorul la fabrică pentru reparaţii.

3.2.8.3 F000100 - Circulaţie inversă

Descriere: Semnalizează o cantitate de energie mai mare de 2xKh scursă în sens invers de-a lungul unui interval. Aceasta ar putea însemna o tentativă de furt.

Acţiuni recomandate: în cazul în care în mod normal consumatorul este posibil sa debitezeenergie în sistem dezactivaţi acest mesaj folosind programul AlphaPlus. în cazul în care consumatorul nu poate debita energie în sistem, cercetaţi cauza circulaţiei inverse şi luaţi măsurile necesare. Pentru a şterge avertismentul, înlăturaţi cauza, după care aşteptaţi un interval sau resetaţi puterea.

3.2.8.4 F001000 - Lipsă tensiune

Descriere: Semnalizează lipsa tensiunii pe una sau mai multe faze.

Acţiuni recomandate: Măsuraţi tensiunile pe faze pentru a vedea care lipseşte. Apoi, înlăturaţi problema care a determinat lipsa tensiunii.

3.2.8.5 F010000 - Avertisment al sistemului de supraveghere al calităţii energiei

Descriere: Apare atunci când sistemul de supraveghere al calităţii energiei la contoarele ALPHA ® Power+ găseşte unul din parametri în afara limitelor sau pragurilor programate.

Acţiuni recomandate: Acţiunea este la latitudinea furnizorului de energie. Folosiţi posibilităţile contorului de a afişa mărimi specifice aparatelor de măsură pentru a obţine informaţii suplimentare. Când parametrii vor reveni la valorile prescrise avertismentul va dispare.

3.2.8.6 F100000 - Suprasarcina

Descriere: Apare atunci când puterea depăşeşte valoarea programată ca prag de suprasarcină. Aceasta avertizează furnizorul de energie electrică în legătură cu cerinţele mai mari decât poate suporta echipamentul în ceea ce priveşte necesarul de putere.

Acţiuni recomandate: Acţiunile ce urmează a fi întreprinse sunt la latitudinea furnizorului de energie. în cazul în care decideţi că pragul este prea coborât (sau prea ridicat), puteţi să-l reprogramaţi folosind programul AlphaPlus. Pentru a înlătura avertismentul, resetaţi puterea sau ştergeţi-l cu ajutorul programului AlphaPlus .

INSTRUCŢIUNI DE INSTALARE A CONTORULUI ELECTRONIC DE ENERGIE ELECTRICĂ ALPHA ® POWER+

Generalităţi

Acest document conţine instrucţiuni generale de instalare pentru contorul electronic trifazat de energie electrică ALPHA ® Power+ având formele 5A,10A,16A,16S.

Toate contoarele sunt calibrate şi testate înainte de a fi expediate. Pentru o instalare corespunzătoare, precizie şi durată de viaţă maximă a contoarelor, folosiţi procedurile de instalare de mai jos.

ATENŢIE

Folosiţi procedurile autorizate de compania de electricitate pentru instalarea şi service-ul echipamentului de măsură. Sunt prezente tensiuni periculoase. Neluarea măsurilor de siguranţă poate duce la electrocutarea persoanei sau la deteriorarea echipamentului. Folosiţi dispozitive de închidere a circuitelor în fiecare secundar de transformator de curent (formele 5A şi 10 A)

Instalare

1. Înainte de a instala contorul asiguraţi-vă de compatibilitatea contorului cu conexiunea de lucru şi curentul maxim.

NOTĂ

Respectaţi metodele de conectare a firelor de aluminiu la contorii cu conectare prin bloc de borne. Trebuie să folosiţi pastă pentru cablarea aluminiului sau vaselină pentru îmbunătăţirea contactului. Strângeţi şuruburile, permiţânde-le să se relaxezecâteva minute, după care strângeţi din nou.

2. Conductorul cu care se face legarea contorului în circuit trebuie să aibe următorul diametru în funcţie de curentul maxim:

- pentru forma 5A si 10A diametrul conductoarelor de curent trebuie să fie de 6mm
- pentru forma 16Acu conectare directă la curent lmax=100A, diametrul conductoarelor trebuie să fie de 8mm
- pentru forma 16S cu conectare directă la curent lmax=200A, diametrul conductoarelor trebuie să fie de 15mm

ATENŢIE

Folosiţi proceduri autorizate de compania de electricitate pentru a instala conexiuneade împământare înainte de a monta firele. Sunt prezente tensiuni periculoase. Montarea firelor la un contor fără împământare, poate duce la electrocutarea personalului sau deterioraraea echipamentului.

Dacă diametrul firelor este mai mare se vor folosi adaptoare care să fie aprobate. Schemele de conectare sunt prezentate în pagina următoare.

3. Având contorul instalat, verificaţi că săgeţile de pe afişajul LCD pulsează, dacă se aplică o sarcină.

NOTA: Două seturi de săgeţi cu vârfurile orientate spre stânga şi dreapta, unul deasupra celuilalt, sunt prezente pe afişajul LCD, setul de săgeţi superior fiind localizat la stânga indicatorilor de prezenţă a tensiunilor de fază. Setul de săgeţi superior indică sensul energiei active, iar cel inferior sensul energiei alternative măsurate (reactivă sau aparentă), dacă este disponibilă, funcţie de tipul contorului. Săgeţile cu vârfurile orientate în partea dreaptă indică energie livrată, iar cele cu vârfurile în partea stângă indica energia recepţionată.

4. Asiguraţi-vă că indicatorul de "TEST" de pe afişajul LCD nu apare. Dacă acesta apare, luaţi contorul, desfaceţi capacul, întoarceţi butonul de mod "TEST", aşa ca lanţul butonului să fie orizontal (contorul va fi scos din modul "TEST" în acest caz). Reinstalaţi contorul.

ATENŢIE

Nu dezasamblaţi şasiul contorului sau modulele electronice de şasiu având contorul alimentat. Dacă o faceţi vă expuneţi la tensiuni periculoase, ce determină electrocutarea persoanei sau deteriorarea echipamentului.

Instalarea bateriei/înlocuirea ei

Contoarele sunt expediate tipic cu bateria instalată şi conectată. Dacă se cere ca bateria să fie expediată separat, fără a fi conectată la contor, vedeţi instrucţiunile din documentaţia tehnică (TM 42-2180) privitoare la modul de conectare.

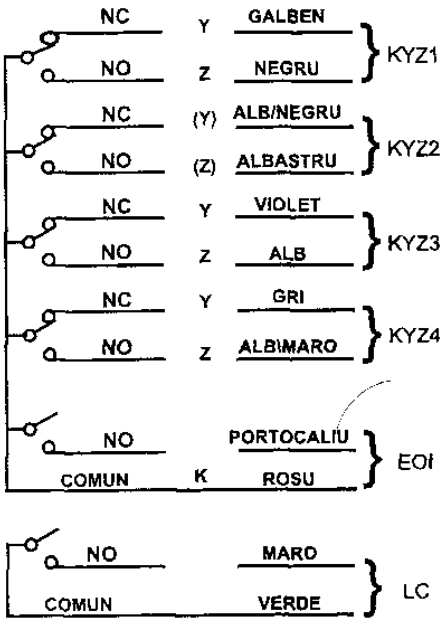
Notă: este important ca bateria să nu fie conectată, mai ales dacă contorul nu a fost alimentat pentru cel puţin un minut de la tensiunea de linie în ultima ora. După conectarea bateriei, afişajul trebuie controlat cu contorul alimentat, pentru a verifica funcţionarea lui corectă (ex.: afişarea secvenţială a mărimilor programate a fi afişate).

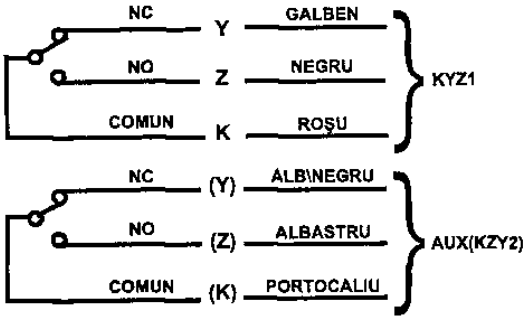
Dacă nu se respectă secvenţa corectă de conectare a bateriei, pot apare descărcări ale bateriei şi/sau rămânerea contorului ca inoperant.

Codul de culori al plăcii opţionale cu relee

Două plăcuţe opţionale cu relee pot echipa contoarele Alpha ® Power+ , având relee semiconductoare.

Prima variantă are două relee de tipul C, cu şase fire la ieşire, iar a doua variantă are şase relee şi 12 fire la ieşire.

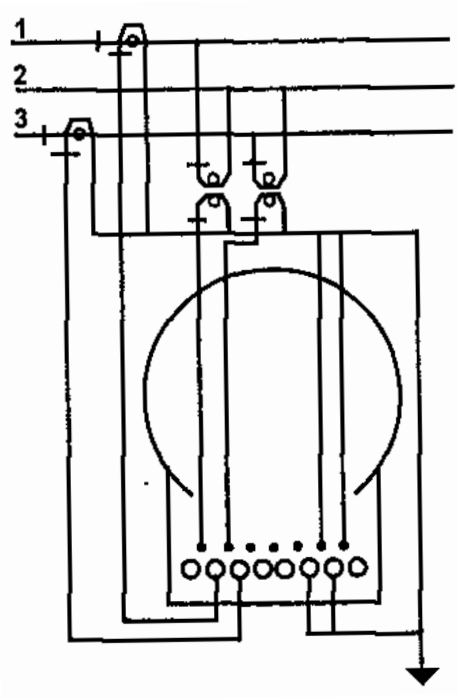




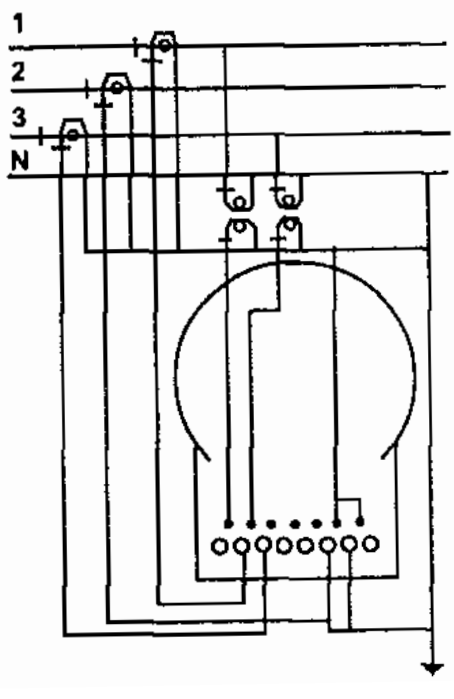
RENUNŢAREA LA PRETENŢII DE GARANŢIE ŞI LIMITAREA OBLIGAŢIILOR

Nu sunt înţelegeri, acorduri, reprezentări sau garanţii exprese sau implicite, incluzând garanţii ale mărfii sau modificări pentru un scop particular, altele decât cele specificate de orice contract între vânzător şi cumpărător. Orice contract de acest fel arată toate obligaţiile vânzătorului. Conţinutul acestui document nu va deveni parte sau va modifica acest acord anterior sau existent. Informaţiile, recomandările, descrierile şi notele privitoare la protecţia muncii sunt bazate pe experienţa Elster. Aceste informaţii nu trebuie considerate că, cuprind sau acoperă toate posibilităţile. Dacă se cer mai multe informaţii, Elster trebuie consultat. în nici un caz Elster nu va fi responsabil faţă de utilizatorul din contract, pentru mânuire greşită (incluzând neglijenţa), susceptibilitate sau în alte privinţe pentru orice stricăciune specială, accidentală, sau firească, sau pierdere de orice fel; sau plângeri împotriva utilizatorului din partea clienţilor săi rezultând din utilizarea informaţiilor, recomandărilor, descrierilor sau notaţiilor referitoare la protecţia muncii.

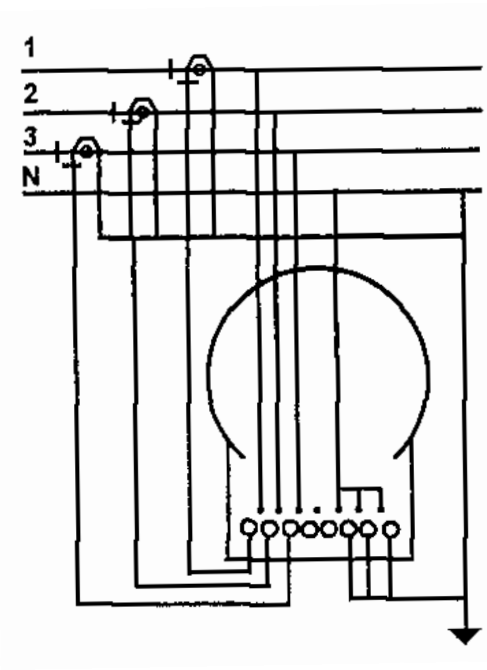
Scheme de conectare



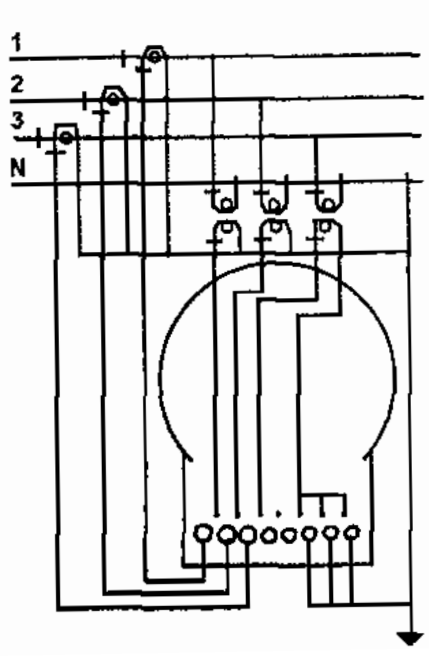
Contor forma 5A
3 fire, 2 sisteme, conectat prin
două transformatoare de curent și
două transformatoare de tensiune,
2x100Vca



Contor forma 5A
4 fire, 2 sisteme conectat prin
trei transformatoare de curent
și două transformatoare de
tensiune, 2x100Vca

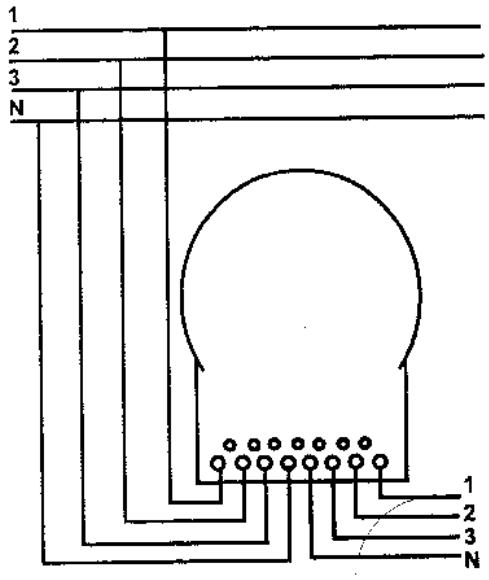


Contor forma 10A
4 fire, 3 sisteme conectat



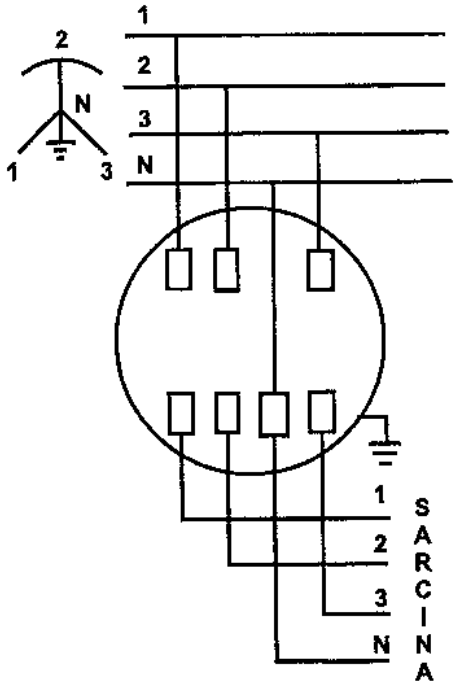
Contor forma 10 A
4 fire, 3 sisteme conectat

prin trei transformatoare de curent și direct pe tensiune, 3x220/380Vca



Contor forma 16A
4 fire, 3 sisteme, conectat direct,
3x220/380Vca, I_{max}=100A

prin trei transformatoare de curent și trei transformatoare de tensiune, 3x57.7/100Vca



Contor forma 16S
4 fire, 3 sisteme, conectat direct,
3x220/380Vca, I_{max}=200A

Instrucţiuni privind ambalarea, transportul, depozitarea, conservarea, documente de însoţire, inventarul de livrare

Ambalarea

- Fiecare contor se ambalează individual într-o cutie de carton cu cele două inserţii (carton) necesare, împreună cu inventarul de livrare.
- Marcajul ambalajului este vizibil şi rezistent la umezeală cu semnele avertizoare conform 5055/2 - 91 pentru: protecţia împotriva umezelii, avertizarea privind conţinutul fragil.
- Dimensiune ambalaj contor de Imax 200A 800x310x310 mm.
- Dimensiune ambalaj contor de Imax 2A, 20A, 100A 270x270x306mm.
- Masa contorului de Imax 200A ambalat: cca. 12,5 kg.
- Masa contorului de Imax 2A, 20A, 100A ambalat: cca. 3 kg.
- Masa ambalajului pentru contorul de Imax 200A 0,9 kg.
- Masa ambalajului pentru contorul de Imax 2A, 20A, 100A 0,6 kg.

Transportul
Transportul se face în cutiile de ambalaj proprii, paletizat, cu mijloc de transport acoperit.
Limitele temperaturii în timpul transportului: - 40° - + 55°C.
Umiditatea relativă a aerului: 0 +100% (fără condens).

Depozitarea
Depozitarea se face în încăperi închise, uscate, lipsite de praf, agenţi corozivi, vapori sau gaze cu acţiune degradantă.
Temperatura de depozitare: - 40°- + 55°C.
Umiditatea relativă a aerului: 0 +100% (fără condens).
Numărul maxim admisibil de contoare ambalate suprapuse la depozitare este de 6, pentru a nu provoca deteriorarea contoarelor din rândul de jos.

Conservarea
Contoarele se livrează cu capacul contorului sigilat de către autoritatea metrologică a statului. Bateria cu litiu pentru retenţla datelor este conectată şi în funcţiune. Perioada de 5 ani în care se garantează retenţia datelor cu contorul nealimentat începe cu data livrării.

Documente de însoţire
Fiecare lot este însoţit de documentele de certificare a calităţii, întocmite în conformitate cu dispoziţiile legale.

Inventarul de livrare
Produsele se livrează cu următorul inventar de livrare: Declaraţie de conformitate şi garanţie;
Buletin de verificare metrologică;
Manual de întreţinere şi reparaţii; Instrucţiuni de instalare;
Instrucţiuni privind ambalarea, transportul, depozitarea, conservarea, documente de însoţire, inventarul de livrare;
Statistici.

PĂRŢILE PRINCIPALE ŞI PRINCIPIUL DE FUNCŢIONARE AL CONTORULUI ELECTRONIC

Descriere generală

Contorul electronic trifazat, este proiectat utilizând cele mai avansate tehnalogii din domeniul electronicii. Aceasta îi asigură un nou nivel de fiabilitate, precizie, flexibilitate, calitate, precum şi economii băneşti companiilor de electricitate.

Acest contor măsoară, prelucrează, colectează şi pastrează datele referitoare la energia şi puterea electrică. In configuraţia ce permite multiplicarea(TOU= Time-Of-Use), datele referitoare la energie şi putere sunt măsurate pe maxim patru tarife pe zi. Informaţiile referitoare la energia şi puterea activă totală şi/sau pe fiecare tarif, poate fi afişată impreună cu una din mărimile adiţionale: reactive (VARh), sau aparente (VA), sau combinaţii ale acestora.

Orice contor Alpha poate fi imbunătăţit prin reconfigurare, utilizând placuţe suplimentare şi tehnici simple de programare. Asadar aceat tip de contor ce măsoară doar energie şi putere activă poate fi imbunatăţit să măsoare aceste mărimi pe mai multe tarife. Similar, contoarele ce măsoara doar energie şi putere activa pot fi imbunătăţite să măsoare de asemenea şi mărimile reactive şi/sau aparente.

3.1. Părţile componente ale contorului electronic.

Acest contor a fost proiectat urmărind caracteristica de simplitate. Aceasta asigură utilizatorului un produs de calitate intr-o formă compactă, dimensiuni minime şi performanţe maxime.

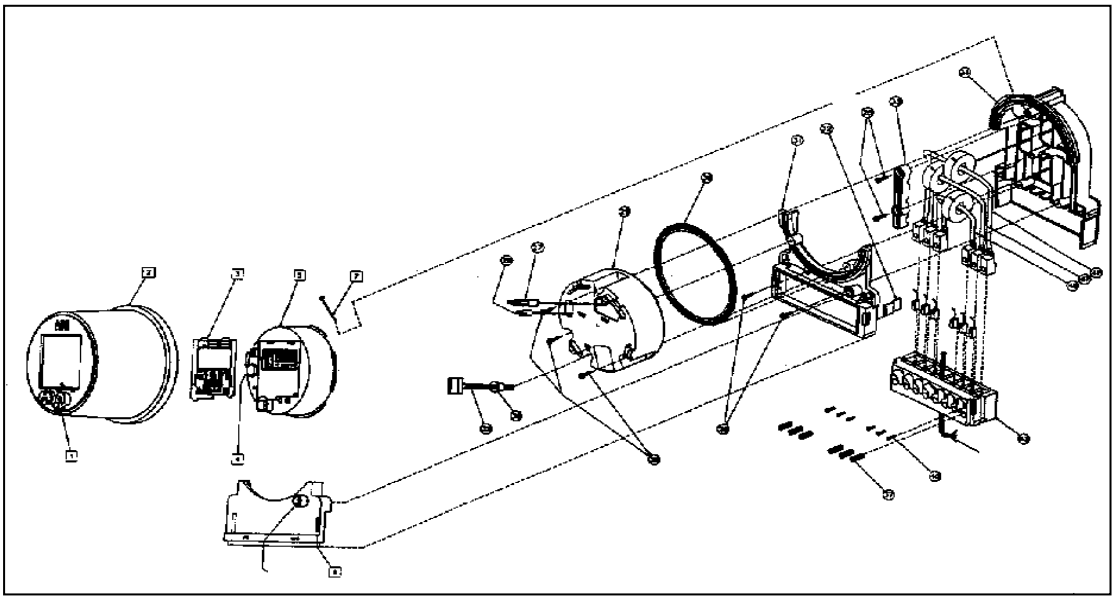


Figura 3.1. Vedere explodată a contorului electronic

După cum se vede în figura 3.1., contorul electronic se compune din trei părţi importante: capacul, modulul electronic şi şasiul.

- Ansamblul electronic

Ansamblul care găzduieste partea electronică a contorului conţine o placă de bază. Placa de bază include sursa de alimentare cu domeniul lărgit de tensiuni şi divizoare rezistive de tensiune in locul transformatoarelor de tensiune. Ansamblul electronic găzduieşte de asemenea afisajul cu cristale lichide, suportul pentru eticheta contorului şi bateria optională cu litiu. Când se utilizează placi de circuit suplimentare, ele se introduc folosind conectori in placa de bază, potrivindu-se in totalitate in interiorul ansamblului care gazduieste partea electronică.

- Capacul

Capacul din policarbonat reprezintă învelişul exterior de protecţie pentru cele două subansamble interioare. Policarbonatul tratat pentru a rezista acţiunii radiaţiilor ultraviolete este proiectat să reflecte radiaţia solară astfel încât să minimizeze decolorarea şi încălzirea. Capacul are o fereastră din plastic transparent rezistentă la zgâriere care permite citirea mărimilor înregistrate şi un port optic care prin intermediul unei sonde permite conectarea la un calculator. Tot pe capac se găseşte mecanismul de resetare a puterii maxime înregistrate care permite accesul la butoanele de resetare.

- Şasiul

Şasiul conţine: transformatoarele de curent, legăturile la curent şi tensiune ale contorului şi legăturile ce conduc semnalele spre modulul electronic precum şi blocul de terminale.

- Afisajul

Afisajul cu cristale lichide al contorului oferă informaţii detaliate utilizatorului .

Acestea includ:

1. şase cifre pentru afişarea mărimilor măsurate şi a constantelor;
2. trei cifre pentru identificatorii numerici ai cantităţilor afişate;
3. indicatori ai modului de operare alternativ sau test;
4. indicatori de prezenţă a tensiunii pentru fiecare fază;
5. indicatori de impulsuri ce indică sensul energiei;
6. indicatori de sfârşit de interval de integrare a puterii

Afisajul poate fi programat să parcurgă secvenţa de mărimi dorite a fi afişate in orice

ordine secvenţială dorită de utilizator.Identificatorii unici de trei cifre pot fi asociaţi fiecărei mărimi afişate. Ca un avantaj suplimentar, timpul de mentinere pe afisaj al unei mărimi este de asemenea programabil (de la o secundă la 15 secunde). Afisajul este proiectat pentru un domeniu larg de temperaturi şi poate funcţiona de la -40 ºC la +85º C.

3.2. Principiul de funcţionare al contorului electronic.

Un contor de energie electrică trebuie să genereze o mărime fizică intermediară (un semnal) proporţională cu puterea activă, prin multiplicarea valorilor instantanee ale tensiunii şi curentului şi medierea în timp a acestei mărimi. Mărimea intermediară este apoi integrată în timp şi convertită în impulsuri, astfel că numărul de impulsuri înregistrate într-un interval de timp să fie proporţional cu energia electrică transmisă în acel interval de timp. La contoarele de inducţie multiplicarea tensiune-curent se face cu ajutorul binecunoscutului mecanism de inducţie, bazat pe interacţiunea curenţilor induşi într-un disc metalic rotitor cu câmpurile magnetice ale bobinelor inductoare.

Mărimea intermediară obţinută în acest proces de multiplicare este viteza de rotaţie a discului, proporţională cu puterea activă aplicată contorului. Integrala în timp a acestei viteze, deci şi numărul de rotaţii ale discului, va fi astfel proporţional cu energia transmisă.

La contoarele electronice multiplicarea tensiune curent este efectuată de un multiplicator electronic. Rezultatul obţinut ca mărime intermediară este un curent sau o tensiune proporţională cu puterea activă. Pentru medierea acestei mărimi ea este aplicată unui filtru trece jos (la contoarele de inducţie medierea se face automat, prin inerţia mecanică a discului). Printr-o integrare în timp şi o conversie curent-frecvenţă se obţin impulsuri electrice, al căror număr este proporţional cu energia electrică activă.

Elementele de bază ale contorului elctronic sunt deci: un multiplicator tensiune-curent (1), un filtru trece jos (2) şi un convertor curent-frecvenţă (3), figura 3.1.

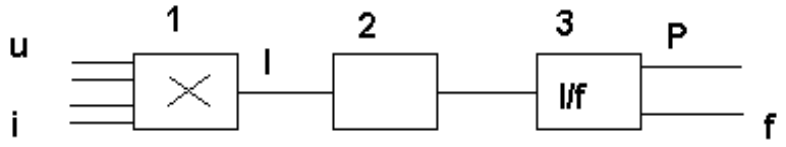


Fig. 3.1 Schema de principiu a unui contor electronic

La ieşirea multiplicatorului se obţine un curent proporţional cu produsul valorilor instantanee ale tensiunii şi curentului:

$$I = k_1 \cdot u \cdot i \tag{3.1}$$

Acest curent este mediat în filtrul trece jos, la ieşirea căruia rezultă

$$\bar{I} = \frac{1}{T}\int_0^T I\,dt = k_1 \frac{1}{T}\int_0^T ui\,dt = k_1 P \tag{3.2}$$

unde:

P este puterea activă, conform definiţiei sale generale, valabilă pentru orice formă de variaţie în timp a tensiunii şi curentului.

Convertorul curent-frecvenţă generează impulsuri a căror frecvenţă este proporţională cu curentul aplicat:

$$f = k_2 \bar{I} = k_1 K_2 P \tag{3.3}$$

Prin divizoare de frecvenţă adecvate (care nu sunt reprezentate pe schema generală din figura 3.1) se obţin una sau mai multe frecvenţe de ieşire f:

$$f_i = k_3 f = k_1 k_2 k_3 P \tag{3.4}$$

unde:
k_3 este subunitar, ceea ce este echivalent cu:

$$f_i = k_p P \tag{3.5}$$

Ultima relaţie arată că un contor electronic poate fi privit ca un convertor putere-frecvenţă. Dacă se măsoară frecvenţa f cu un
frecvenţmetru digital, aparatul poate fi utilizat ca wattmetru.
Prin integrarea membru cu membru a relaţiei (3.5) în intervalul de timp de la t_1 la t_2, se obţine:

$$\int_{t_1}^{t_2} f_i dt = k_p \int_{t_1}^{t_2} P\, dt \qquad N = k_p W \tag{3.6, 3.7}$$

unde:
N - este numărul de impulsuri în intervalul de timp t1, t2;
Kp - constanta contorului;
W - energia transmisă în intervalul t1, t2.

Relaţia ultimă arată că dacă se numără impulsurile de ieşire ale aparatului totalizate pe un interval de timp dat, aparatul devine un contor de energie activă.

În figura 3.2 este reprezentată schema bloc a unui contor electronic trifazat reprezentat în schemă monofilară, care evidenţiază părţile sale principale.

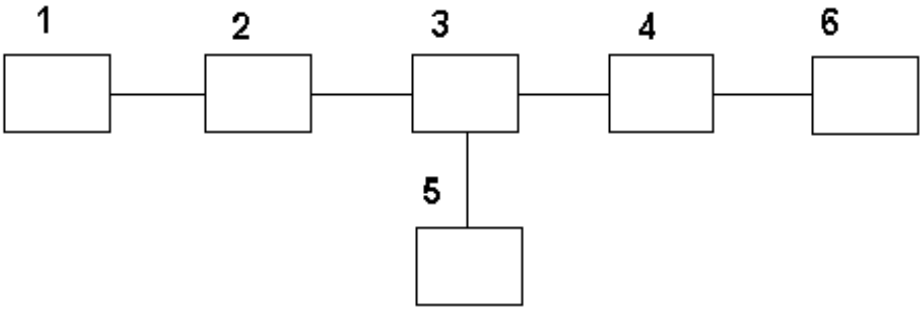


Fig. 3.2. Schema bloc a unui contor electronic

1- bloc de intrare ce conţine transformatoarele de măsurare;
2- bloc multiplicator;
3- bloc convertor curent-frecvenţă;
4- bloc divizor de frecvenţă;
5- bloc de comandă a funcţionării pentru sens direct sau invers a energiei;
6- bloc transmiţător de impulsuri.

Pe fiecare fază tensiunea şi curentul sunt aplicate contorului prin intermediul transformatoarelor de măsurare:

- separă galvanic circuitele contorului de circuitul de măsurare;
- reduc valorile mărimilor primare la nişte valori secundare convenabile.

Multiplicatoarele tensiune-curent realizează multiplicarea valorilor instantanee ale semnalelor din secundarele transformatoarelor de măsurare.

Curenţii de ieşire ai multiplicatoarelor sunt însumaţi şi aplicaţi concomitent unui convertor curent-frecvenţă. Acesta poate include şi funcţiunea de filtru trece-jos.
Impulsurile de la ieşirea convertorului curent-frecvenţă sunt aplicate divizoarelor de frecvenţă, prin intemediul cărora se formează impulsurile necesare acţionării indicatoarelor numerice, impulsurile de comandă a dispozitivelor transmiţătoare şi impulsurile pentru semnalizatoarele optice. Un sesizor al direcţei de măsurat comandă convertorul curent frecvenţă şi comută în acelaşi timp impulsurile pe canalele de ieşire, pentru înregistrare şi semnalizare corespunzătoare. La sistemele unidirecţionale acest sistem lipseşte.

Principiul multiplicatorului amplitudine-durată (MAD) constă în generarea unei succesiuni

de impulsuri a căror amplitudine este proporţională cu una din mărimile de intrare şi a căror durată este proporională cu cealaltă mărime de intrare. Valoarea medie în timp a impulsurilor, dată de produsul amplitudine-durată, este astfel proporţională cu produsul celor două mărimi de intrare.

Există mai multe variante de circuite care permit obţinerea impulsurilor cu dublă modulaţie, în amplitudine şi durată. Ca ilustrare, în cele ce urmează este descris principiul unui asemenea multiplicator, tipic pentru circuitele utilizate în contoarele electronice, conform figurii 3.3.

În figura 3.3 simbolizările au următoarea semnificaţie:

TT - transformator de tensiune;

TC - transformator de curent;

S1÷S4 – comutatoare comandate electric;

R – rezistenţă de sarcină;

Comp – comparator cu două praguri;

I_0 – curent de referinţă bipolar.

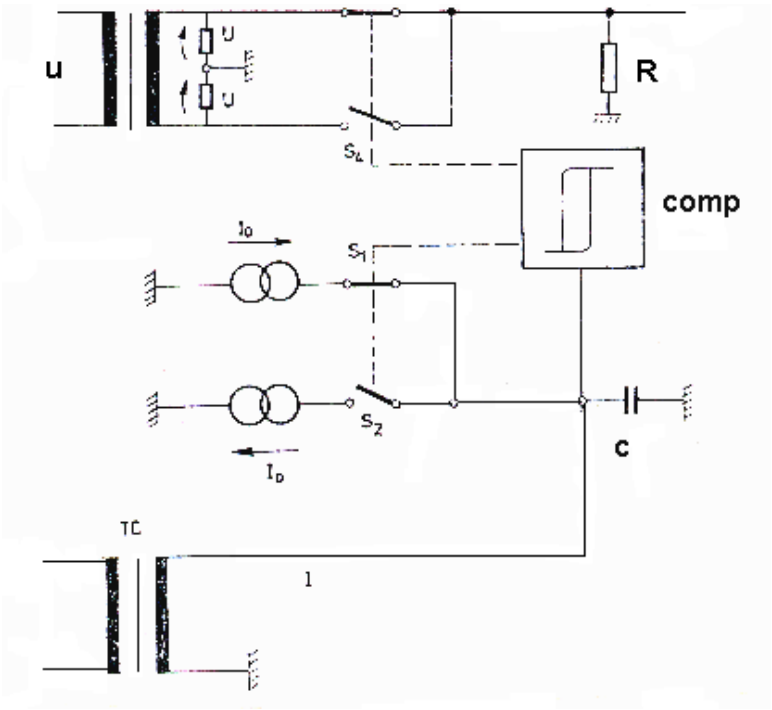


Fig. 3.3 Schema de principiu a unui multiplicator cu modulaţie amplitudine-timp

Transformatorul de curent TC produce în secundar un curent, proporţional cu curentul din primarul său. Secundarul transformatorului de tensiune TT este închis pe două rezistenţe egale, cu punct comun la masă, astfel că iau naştere două tensiuni U şi – U, proporţionale cu tensiunea din primar.

Două generatoare de curent de precizie generează curenţi continui constanţi I_0 şi $-I_0$.

Comutatoarele semiconductoare S_1-S_4 sunt comandate de un ansamblu de circuite logice, cu caracteristica trigger Schmitt (circuit basculant cu fereastră).

Condensatorul C este periodic încărcat cu suma curenţilor $I+I_0$ (întreruptorul S1 închis), respectiv cu diferenţa $I-I_0$.

Circuitul logic schimbă starea comutatoarelor S_1 şi S_2 de fiecare dată când tensiunea pe condensatorul C atinge o limită superioară, respectiv o limită inferioară. Întrucât condensatorul revine periodic la aceleaşi valori de tensiune, sarcina totală a condensatorului pe perioada T_1 (S_1 închis) şi pe perioada T_2 (S_2 închis) trebuie să fie nulă:

$$(I+I_0)T_1+(I-I_0)T_2=0 \qquad (3.8)$$

de unde rezultă:

$$\frac{T_2 - T_1}{T_1 + T_2} = \frac{I}{I_0} \tag{3.9}$$

Comutatoarele S3 şi S4 sunt acţionate în sincron cu S_1 şi respectiv S_2. În acest fel, la ieşire se obţine o tensiune U_0 egală egală cu –U în timpul T_1 şi egală cu +U în timpul T_2.

Valoarea medie pe o perioadă a tensiunii U0 este deci:

$$\overline{U}_0 = -U\frac{T_1}{T_1 + T_2} + U\frac{T_2}{T_1 + T_2} = U\frac{T_2 - T_1}{T_1 + T_2} \tag{3.10}$$

Înlocuind relaţia (3.9) în (3.10) se obţine:

$$\overline{U}_0 = \frac{1}{I_0} U\, I \tag{3.11}$$

Relaţia (3.11) arată că valoarea medie a tensiunii U0 este $\overline{u\,i}$ proporţională cu produsul ui.

Media în timp îndelungat va fi proporţională cu media ceea ce reprezintă puterea activă.

S-a presupus că perioada de eşantionare T_1+T_2 este mult mai mică decât perioada mărimilor de multiplicat (u şi i). În mod obişnuit frecvenţa de eşantionare T_1+T_2 este mult mai mică decât perioada mărimilor de multiplicat u şi i. În mod obişnuit frecvenţa de eşantionare este de 5-20 kHz. S-a demonstrat atât teoretic (prin simulare pe calculator) cât şi experimental că la $\frac{1}{T1 + T2}$ un asemenea raport al frecvenţei de eşantionare faţă de frecvenţa mărimilor de intrare (de exemplu 5 kHz şi respectiv 50 Hz) erorile de cuantizare în acest proces de multiplicare sunt cu totul neglijabile.

Convertorul curent-frecvenţă.

Rolul convertorulului curent-frecvenţă este conversia curentului rezultat $\frac{\overline{U}_0}{R_0}$ la ieşirea multiplicatorului într-o frecvenţă proporţională.

Există două tipuri de astfel de convertoare:

- cu inversarea curentului de intrare;
- cu echilibru de sarcină.

Ambele tipuri de convertoare curent-frecvenţă au ca element de bază un integrator cu amplificator operaţional.

Convertorul curent frecvenţă cu inversarea curentului funcţionează în modul următor:

În figura 3.4, a este reprezentată schema de principiu a unui convertor frecvenţă cu inversare, iar în figura 3.4.(b) este reprezentată diagrama tensiunii pe condensator.

Curentul I aplicat la intrarea integratorului produce variaţia liniară a tensiunii de ieşire. La atingerea unei tensiuni limită Up_1 curentul $\bar{I}$ este inversat şi sub acţiunea lui $-\bar{I}$ tensiunea U_2 variază liniar în sens invers până la atingerea unei a două tensiuni limită Up_2.

În acest moment polaritatea curentului de intrare este inversată din nou şi procesul se repetă. Tensiunea triunghiulară care rezultă are frecvenţa:

$$f = \frac{I}{2C\left|U_{p1} - U_{p2}\right|} = \frac{I}{2C\,\Delta U_c} \tag{3.12}$$

unde:

- C este capacitatea integratorului;
- ΔUc – variaţia totală a tensiunii pe condensator.

Avantajul acestui tip de integrator este influenţa redusă a decalajului de curent şi tensiune la intrare (datorită inversării periodice a curentului de semnal la intrare). În schimb, frecvenţa depinde de capacitatea condensatorului de intrare, a cărui variaţie cu temperatura şi prin efecte de îmbătrânire fac dificilă obţinerea unei precizii ridicate.

În figura 3.4 simbolizările au următoarea semnificaţie:

- S_5 comutator comandat electric;
- Comp- comparator cu două praguri.

În practică, inversarea tensiunii nu se face cu un comutator special S5 ca în figura 3.2.4, ci incluzând funcţiunea acestuia în comutatoarele S_3 şi S_4 figura 3.2.3, prin intermediul unor comenzi logice adecvate.

Această soluţie are şi avantajul important că elimină aproape total efectul oricăror tensiuni de decalaj (ofset) după comutatoarele S_3 şi S_4.

$$I_0 = \frac{\overline{U}_0}{R} \quad \textbf{(3.13)}$$

şi

$$T = t_1 + t_2 \quad \textbf{(3.14)}$$

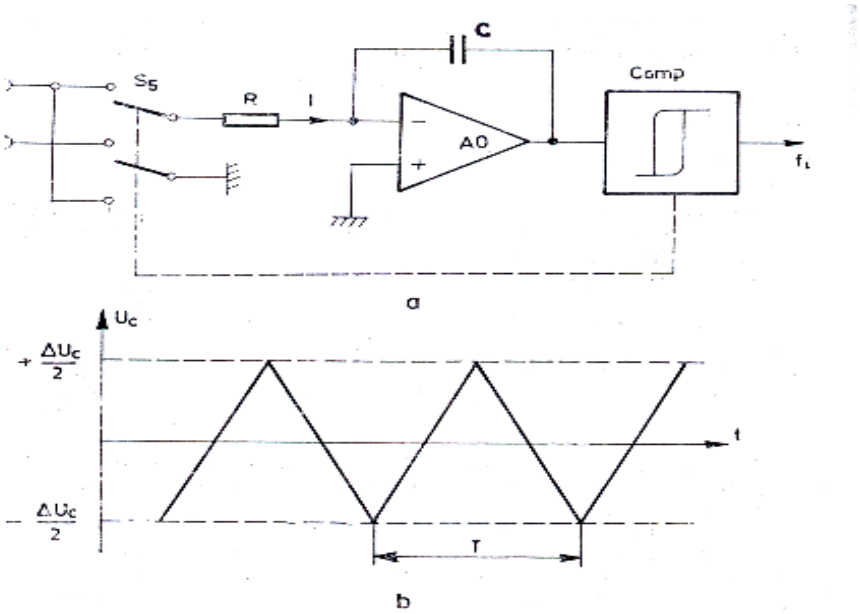


Fig. 3.4 Convertor curent - frecvenţă cu inversare

Rezultă:

$$+\Delta U_c = \frac{(U_0 + U_d)t_1}{RC} \quad (3.15)$$

unde:

t1 este durata încărcării condensatorului;

ΔUc – variaţia de tensiune pe condensatorul;

U0 – tensiunea medie la ieşirea multiplicatorului;

Ud – tensiunea totală de decalaj.

Din ecuaţiile (3.14) şi (3.15) se deduce:

$$T = \Delta U_c RC\left(\frac{1}{U_0 + U_d} + \frac{1}{U_0 - U_d}\right) \quad (3.16)$$

$$f_i = \frac{U_0}{2\Delta U_c RC}\left[1 - \left(\frac{U_d}{U_0}\right)^2\right] \quad (3.17)$$

Funcţionarea convertorului curent-frecvenţă cu echilibru de sarcină este diferită

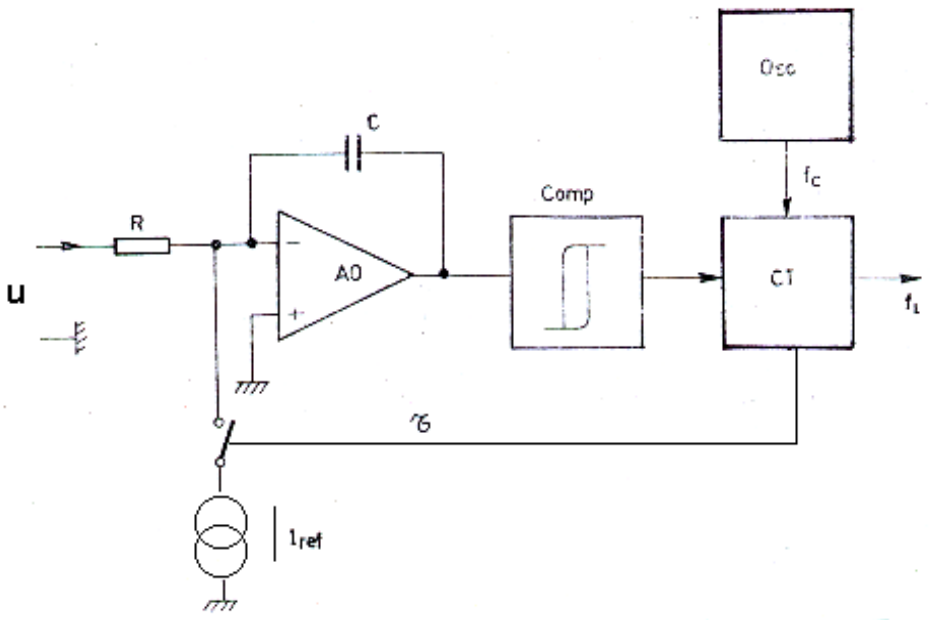


Fig. 3.5 Convertor curent - frecvenţă cu echilibru de sarcină

În figura 3.5 simbolizările au următoarea semnificaţie:

- Comp- comparator cu prag;
- Osc- oscilator cu cuarţ;
- CT- comanda intrevalului de timp.

Curentul de semnal I este aplicat neântrerupt la intrarea integratorului. Ori de câte ori tensiunea la ieşirea integratorului atinge o valoare de prag Up, integratorului i, i se aplică un impuls de curent de polaritate contrară lui I, având durata τ şi amplitudinea Iref constante.

În regim permanent integratorul ajunge la o stare în care sarcinile de semne contrare furnizate de semnal şi de impulsurile de referinţă se echilibrează între ele (de unde şi denumirea de convertor de echilibru de sarcină):

$$f = \frac{1}{T} = \frac{I}{\tau \cdot I_{ref}} \tag{3.18}$$

deci:

$$T \cdot I = \tau \cdot I_{ref} \tag{3.19}$$

Frecvenţa este independentă atât de tensiunea de prag Up cât şi de capacitatea C a integratorului. Durata τ a impulsului de referinţă este derivată din frecvenţa f a unui oscilator cu cuarţ:

$$\tau = \frac{p}{f_e} \tag{3.20}$$

unde :

p este raportul de divizare a frecvenţei cuarţului.

Curentul de referinţă Iref se obţine pornind de la o tensiune de referinţă stabilă, aplicată unui rezistor de precizie:

$$\mathrm{I}_{\mathrm{ref}} = \frac{U_{ref}}{R_{ref}} \tag{3.21}$$

Înlocuind în relaţia rezultă:

$$f = \frac{f_e R_{ref}}{p U_{ref}} \bar{I} \tag{3.22}$$

Deoarece fc este constant, iar p este un număr întreg înveriabil, precizia convertorului depinde practic numai de Uref şi Iref. În plus, un avantaj este că precizia lui nu este influenţată de forma impulsului de referinţă (care nu trebuie să fie perfect dreptunghiulară), de caracteristicile dinamice ale amplificatorului operaţional, de efectele de absorbţie dielectrică între în condensatorul de integrare. În schimb amplificatorul operţional trebuie să aibă curent şi tensiune de decalaj suficient de mici.

Dispozitivele de ieşire

Semnalul de la ieşirea convertorului curent-frecvenţă este aplicat unui divizor de frecvenţă şi apoi indicatorului elctromecanic cu şase sau cu mai multe cifre. Indicatorul poate fi un numărător electromecanic acţionat cu impulsuri electrice sau un numărător mecanic cu role (integrator) identic cu cele din contoarele de inducţie, acţionat prin intermediul unui motoraş pas cu pas. A doua soluţie este preferată în multe contoare electronice deoarece este mai fiabilă şi are avantajul că număratoarele cu role se produc în serii mari pentru contoarele clasice fiind ieftine şi la îndemână.

Tot prin divizarea frecvenţei se obţin impulsuri pentru comanda semnalizatorului optic (diodă electroluminiscentă, LED), care aici are rolul semnului roşu sau negru de pe discul contorului de inducţie. Frecvenţa nominlă de clipire a semnalizatorului optic se alege de obicei între 5 şi 20 Hz, astfel ca pâlpâirea să fie vizibilă şi la puterea maximă aplicată contorului.

Comanda releului (sau releelor) pentru transmiterea la distanţă a impulsurilor (telemăsurare) se face cu o frecvenţă mai mică, de obicei sub 1 Hz. Releele au puteri variabile (de exemplu 1W) care pot comanda circuite adecvate transmisiunilor la distanţe mari de ordinul zecilor de kilometri.

SURSE DE ERORI ÎN MĂSURAREA ENERGIEI ELECTRICE CU CONTOARE ELECTRONICE.

Pentru a putea studia erorile ce apar în procesul de măsurare se introduce noţiunea de lanţ de măsurare care reprezintă totalitatea elementelor unui sistem de măsură care participă direct la procesul de măsurare şi care pot introduce erori în acest proces.

În cazul contorului electronic schema bloc a lanţului de măsurare este reprezentată grafic în figura 4.1

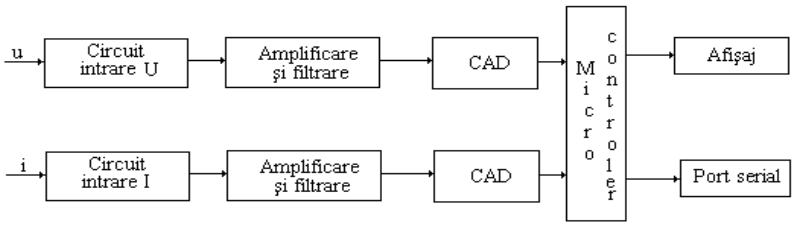


Fig. 4.1 Schema bloc a lanţului de măsurare a contorului electronic

Elementele ce introduc erori în procesul de măsurare în cazul contorului electronic sunt:

- transformatoarele de curent;
- transformatoarele de tensiune;
- convertorul analog numeric;
- dispozitivul de afişare.

Se vor studia în continuare sursele de erori introduse de fiecare din aceste elemente ale lanţului de măsurare.

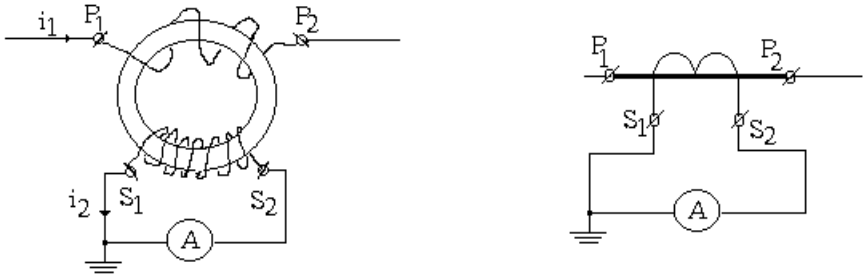
4.1. Transformatoarele de măsurare de curent.

Măsurarea mărimilor electrice în instalaţiile electroenergetice implică utilizarea

transformatoarelor de curent.
Acestea au fost alese, la realizarea instalaţiilor respective, cu parametri nominali care să permită o măsurare corectă a valorilor efective ale curenţilor şi ale tensiunilor.

Transformatoarele de curent sunt dispozitive inductive utilizate drept convertoare de intrare pentru măsurări în circuite de curent alternativ. Se folosesc pentru extinderea intervalului de măsurare al mijloacelor de măsurare electrice când curentul depăşeşte valorile 20÷50 A şi pentru alimentarea circuitelor respective cu valori reduse faţă de cele din circuitele primare. De asemenea, au rol de separare galvanică între circuitul de înaltă tensiune şi cel de joasă tensiune, asigurând protecţia operatorilor şi a aparatelor de măsurare.

Transformatorul de măsurare de curent este construit dintr-un circuit feromagnetic închis pe care se dispun atât înfăşurarea primară, cu N_1 spire, cât şi cea secundară, cu N_2 spire ca în figura 4.1.



a) **b)**

Figura 4.1. Transformator de măsurare de curent
a) Schema de principiu b) Simbol

În cazul transformatorului de măsurare de curent se pot defini următoarele mărimi:

- **Curentul primar nominal I1n**

Reprezintă curentul pentru care este determinat regimul nominal. Valorile standardizate sunt următoarele: 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75 A, precum şi multiplii zecimali ai acestor valori.

- **Curentul secundar nominal I_{2n}**

Este curentul secundar pentru care este determinat regimul nominal. Valorile standardizate sunt următoarele: 1, 2 şi 5 A.

- **Tensiunea maximă de lucru**

Este cea mai mare valoare efectivă între faze care poate apărea la un moment dat într-un anumit punct al reţelei, în condiţii de exploatare normale, excluzând variaţiile temporare de tensiune datorită defectelor sau declanşărilor bruşte de sarcini importante.

- **Raportul de transformare nominal**

Este definit ca raportul intra curentul nominal primar şi curentul nominal secundar:

$$k_{in} = \frac{I_{1n}}{I_{2n}} \tag{4.1}$$

- **Curentul primar nominal de saturaţie I_{1sn}**

Reprezintă valoarea maximă a curentului primar pentru care eroarea de curent a transformatorului, la sarcina secundară nominală şi cos φ= 0,8 este de 10% sau 5% .

- **Curentul secundar nominal de saturaţie I_{2sn}**

Reprezintă curentul secundar corespunzător curentului primar nominal de saturaţie I1sn .

- **Coeficientul de saturaţie n**

Este raportul dintre curentul primar nominal de saturaţie şi curentul secundar nominal de saturaţie. Coeficientul de saturaţie se înscrie pe plăcuţa indicatoare sub forma n <x sau n>x. Valorile standardizate sunt prezentate în tabelul 4.1.1

Tab. 4.1 Valorile coeficientului de saturaţie la transformatoarele de current

Destinaţia înfăşurării secundare	Domeniul tensiunilor nominale	
	0,5 ÷ 0,35 kV	60 ÷ 400 kV
Măsurare	n<10 sau n<5	n<10 sau n<5
Protecţie	n>10 sau n>5	n>30 ; n>15 sau n>10

- **Curentul limită termic It**

Este curentul primar maxim garantat, în valoare efectivă, pentru care se asigură stabilitatea termică timp de o secundă. Pentru intrevale de timp diferite de o secundă, curentul limită termic se calculează cu relaţia:

$$I_{lt} = \frac{I_t}{\sqrt{t}} \qquad (4.2)$$

în care:
Ilt este curentul limită termic pentru intervalul de timp t;
It - curentul limită termic de o secundă;
t – timpul.

- **Curentul limită dinamic Id**

Este valoarea de vârf a primei alternanţe a curentului primar de scurtcircuit, pentru care se asigură stabilitatea dinamică, înfăşurările secundare fiind scurtcircuitate:

$$I_d \approx 2{,}5\, I_t \qquad (4.1.3)$$

- **Sarcina secundară Z2**

Este impedanţa circuitului secundar exprimată în ohmi, cu indicarea factorului de putere. Sarcina secundară este caracterizată în special prin puterea aparentă absorbită în VA, la un factor de putere indicat şi pentru curentul secundar nominal

- **Sarcina secundară nominală Z_{2n}**

Este sarcina nominală pentru care sunt garantate condiţiile de clasă de precizie şi funcţionare prevăzute în STAS-uri.

- **Eroarea de curent (de raport)**

Este definită prin relaţia:

$$\varepsilon_i(\%) = \frac{I_{1mas} - I_1}{I_1}100 = \frac{k_{1n}I_2 - I_1}{I_1}100 = \frac{k_{in} - \frac{I_1}{I_2}}{\frac{I_1}{I_2}}100 = \frac{k_{in} - k_i}{k_i}100 \qquad (4.4)$$

unde $k_i = \frac{I_1}{I_2}$: este raportul real de transformare.

Eroarea de curent este diferenţa dintre valoarea curentului primar, determinată prin măsurarea curentului secundar I_2 şi valoarea lui reală I_1 exprimată în procente din valoarea reală I_1.

- **Eroarea de unghi δ_i**

Reprezintă unghiul de defazaj dintre fazorul curentului primar şi fazorul curentului secundar, fiind considerată pozitivă când este defazat înaintea lui. Se măsoară în minute, grade sau centiradiani. În cazul transformatorului ideal eroarea de unghi este nulă.

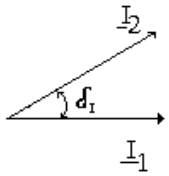


Fig. 4.2 Eroarea de unghi a transformatorului de măsurare de curent

Erorile limită admisibile ale transformatorului de măsurare de curent în funcţie de clasa de exactitate şi de curentul care trece prin înfăşurarea primară, pentru $f_n = 50\text{Hz}$,sunt prezentate în tabelul 4.2.

Tab. 4.2 Erorile de unghi admisibile la transformatoarele de măsurare de curent

Cls	Eroarea de curent (%)				Eroarea de unghi I1 (în % din I1n)							
	I1 (în % din I1n)				minute				Centiradiani			
	5	20	100	120	5	20	100	120	5	20	100	120
0,1	0,4	0,2	0,1	0,1	15	8	5	5	0,45	0,24	0,15	0,15
0,2	0,7	0,35	0,2	0,2	30	15	10	10	0,90	0,45	0,30	0,30
0,5	1,5	0,75	0,5	0,5	90	45	30	30	2,70	1,35	0,90	0,90
1,0	3,0	1,5	1,0	1,0	180	90	60	60	5,40	2,70	1,80	1,80

- **Eroarea compusă ε_c**

Este exprimată, în general, în procente din valoarea efectivă a curentului primar prin relaţia :

$$\varepsilon_c = \frac{100}{I_1} \cdot \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T (K_{nc} i_2 - i_1)^2 \, dt} \qquad (4.5)$$

în care T este valoarea perioadei curenţilor.

- **Clasa de precizie**

Este notarea convenţională a limitelor erorilor pe care transformatorul trebuie să le respecte în condiţiile date şi se exprimă în cifre.

- **Puterea secundară nominală Sn**

Reprezintă puterea exprimată în VA, absorbită de sarcina secundară nominală în regim nominal de funcţionare, ce reprezintă produsul dintre sarcina secundară nominală şi pătratul curentului secundar nominal, adică:

$$S_n = Z_{2n} I_{2n}^2 \qquad (4.6)$$

Pentru a analiza erorile introduse de transformatorul de măsurare de curent în procesul de măsurare a energiei electrice se întocmeşte schema echivalentă, cu parametrii raportaţi la circuitul secundar redată în figura 4.1.3.

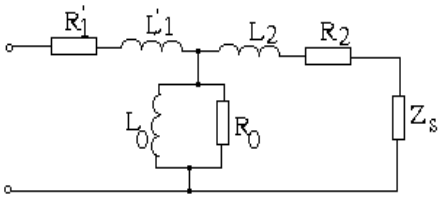


Fig. 4.3 Schema echivalentă a transformatorului de măsurare de curent

$$\frac{\Delta \underline{I}}{\underline{I}} = \varepsilon_i + j\delta_i = \left(-\frac{\alpha_f (R_2 + R_s)}{\omega L_0} - \frac{L_2 + L_s}{L_0}\right) + j\left(\frac{R_2 + R_s}{\omega L_0} - \frac{\alpha_f (L_2 + L_s)}{L_0}\right.$$

Eroarea de curent complexă este:

$$\frac{\Delta \underline{I}}{\underline{I}} = \varepsilon_i + j\delta_i = \left(-\frac{\alpha_f (R_2 + R_s)}{\omega L_0} - \frac{L_2 + L_s}{L_0}\right) + j\left(\frac{R_2 + R_s}{\omega L_0} - \frac{\alpha_f (L_2 + L_s)}{L_0}\right. \qquad (4.7)$$

Se observă că erorile transformatorului de curent sunt influenţate de două categorii de factori:

– interni (ce depind de construcţie): numărul de spire N_2 care trebuie să fie cât mai mare, materialul magnetic să aibă pierderi cât mai mici (cât mai mic), α_f reluctanţa miezului să fie cât mai mică (lungimea circuitului cât mai mică, secţiune mare);

– externi (ce depind de utilizator): impedanţa circuitului secundar (inclusiv conductoarele de legătură) să îndeplinească condiţia frecvenţa $Z_s \leq Z_{2n}$ curentului să fie cea nominală.

Conform acestor date, o schemă simplificată ce modelează lanţul de măsurare, este prezentată în figura 4.4.

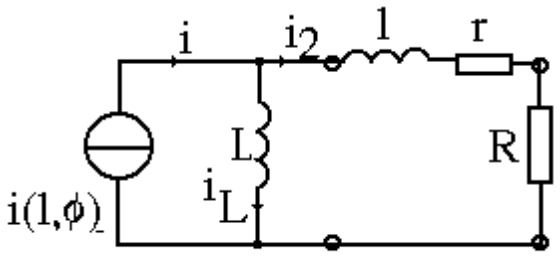


Fig. 4.4 Model simplificat al lanţului de măsurare
(transformator de măsurare de curent şi aparat de măsură)

În figura 4.4 simbolizările au următoarea semnificaţie:
L-inductanţa de magnetizare a transformatorului de măsurare de curent;
I- inductanţa de scăpări şi a liniei;
r- rezistenţa echivalentă a secundarului;
R- rezistenţa aparatului de măsură.

Caracteristica de frecvenţă a lanţului de măsurare are forma:

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{j\omega L}{R + r + j\omega(l + L)} \quad (4.8)$$

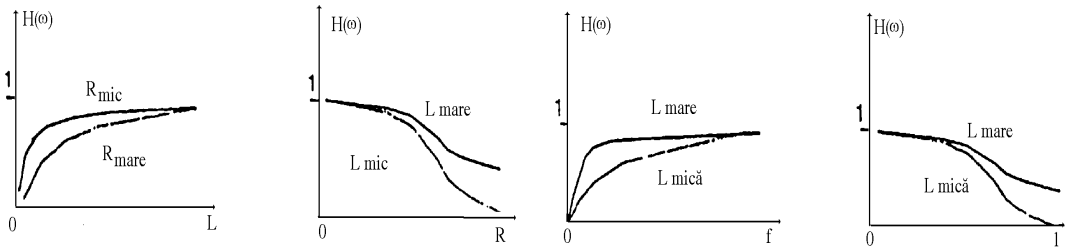
rezultând expresiile pentru caracteristica amplitudine-frecvenţă şi fază- frecvenţă:

$$H(\omega) = \frac{\sqrt{\omega^2 L^2 (R+r)^2 + \omega^2 L^2 (\omega L + \omega l)^2}}{(R+r)^2 + (\omega l + \omega L)^2} \quad (4.9)$$

$$\Theta(\omega) = \mathrm{arctg}\left(\frac{R+r}{\omega L + \omega l}\right) \quad (4.10)$$

Caracteristica amplitudine-fază corespunde raportului de transformare real al tranformatorului montat în circuitul respectiv şi ea depinde de valorile: R, L, f , l şi r.

In figura 4.5 se prezintă calitativ modul în care variază raportul de transformare funcţie de aceşti parametri.

Fig. 
 4.5

Variaţia raportului de transformare funcţie de parametrii circuitului

Se observă necesitatea unei inductanţe de magnetizare cât mai mari, simultan cu o inductivitate cât mai scăzută a circuitului secundar inclusiv conductoarele de legătură din secundar. Rezistenţa aparatului de măsură conectat în secundar trebuie să fie cât mai mică, în orice caz să nu depăşească impedanţa secundară nominală.

În figura 4.6 se prezintă modul de variaţie a defazajului introdus de schema de măsurare. Se observă prezenţa aceloraşi cerinţe: inductivitate mare de magnetizare, rezistenţă mică conectată în circuitul secundar dar şi influenţarea puternică a erorii de unghi de către abaterea frecvenţei de la valoarea nominală.

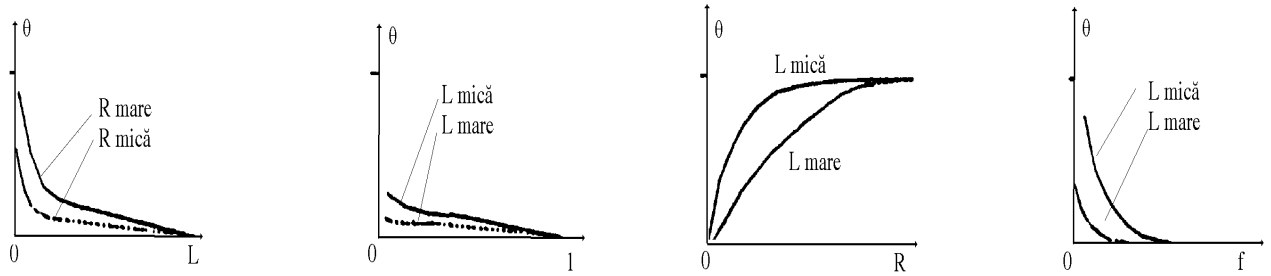


Fig. 4.6 Variaţia defazajului în funcţie de elementele schemei de măsurare

Din prezentarea acestui model simplificat al lanţului de măsurare şi a modului în care diferiţi parametri influenţează exactitatea măsurării mărimilor din secundarul transformatorului de măsurare se pot obţine informaţii şi asupra erorii de măsurare a puterii şi energiei electrice conform figurii 4.7.

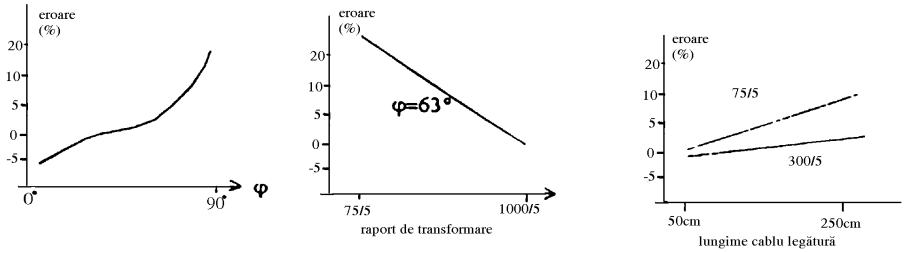


Fig. 4.7 Influenţarea exactităţii măsurării puterii electrice

Se observă că erorile pot deveni inadmisibil de mari la defazaje importante. Lungimea cablurilor de legătură din secundarul transformatorului de măsurare de curent poate afecta eroarea de măsurare în mod semnificativ, contribuind la dublarea şi chiar triplarea acesteia. Utilizarea unor transformatoare cu o impedanţa de magnetizare cât mai mare contribuie la scăderea erorii de măsurare.

Rezultatele obţinute susţin afirmaţiile făcute şi anume că, în anumite condiţii, erorile de măsurare pentru puteri şi energii electrice pot deveni inadmisibil de mari, cu toate că echipamentul de măsurare folosit nu este defect.

Pentru studierea comportării transformatorului de curent s-a utilizat schema echivalentă,

$$Z_{2n} = \frac{S_{2n}}{I_{2n}^{2}}$$

monofazată, (figura 4.8) în care inductivitatea de scăpări primară $L\sigma 1$, precum şi rezistenţa înfăşurării primare R_1 nu mai este necesar a fi reprezentate, cât timp curentul în primarul transformatorului este impus de reţeaua în care acesta este conectat, iar tensiunea u_1, la bornele înfăşurării primare este foarte mică (consecinţa a sarcinii nominale secundare reduse) şi poate fi neglijată. Inductivitatea de dispersie secundară $L_{\sigma 2}$ este, de asemenea, foarte mică şi poate fi neglijată. În schimb, impedanţa externă conectată în secundarul transformatorului va determina în mod hotărâtor comportarea acestuia, valoarea ei nominală calculându-se din relaţia:

(4.11)

În care S_{2n} este sarcina nominală secundară (din datele de catalog). Defazajul intern β al impedanţei conectată în secundarul transformatorului trebuie să îndeplinească condiţia:

$$\cos\beta \geq 0{,}8 \text{ ind} \tag{4.12}$$

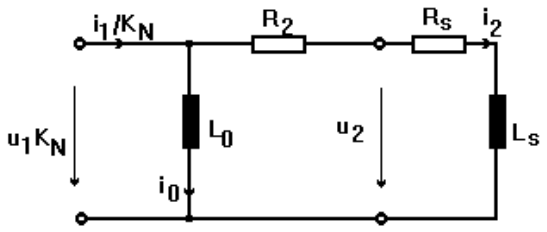


Fig. 4.8 Modelul transformatorului de măsurare de curent nesaturat

În figura 4.8 toate mărimile sunt raportate la bornele secundare ale transformatorului, utilizându-se notaţiile uzuale:

u_1: tensiunea la bornele înfăşurării primare;
i_1: curentul primar;
L_0: inductivitatea de magnetizare;
i_0: curentul de magnetizare;
R_2: rezistenţa înfăşurarii secundare;
i_2: curentul secundar;
R_s: rezistenţa sarcinii conectate în secundarul transformatorului;
L_s: inductivitatea echivalentă a impedanţei conectate în secundarul; transformatorului;
u_2: tensiunea la bornele secundare;
k_{In} este raportul de transformare nominal.

Comportarea transformatorului de măsurare curent din punctul de vedere al liniarităţii funcţiei de transfer este esenţial determinată de variaţia inductivităţii mutuale L0 datorită fenomenului de saturare magnetică. În figura 4.9 este propusă o caracteristică simplificată de magnetizare a miezului, Φ(i), care permite definirea a două valori pentru inductivitatea de cuplaj L0, corespunzătoare celor două segmente de dreaptă prin care este aproximată curba Φ(i).

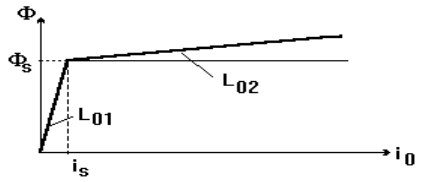


Fig. 4.9 Curba de magnetizare liniarizată pe porţiuni

Considerând impedanţa sarcinii conectate în secundarul transformatorului ca fiind compusă dintr-o rezistenţă Rs, conectată în serie cu o inductivitate Ls, în regim staţionar armonic de frecvenţă f , se obţine ecuaţia:

$$\underline{Z}_S = R_S + j(2\pi f)L_S = R_S + jX_S \tag{4.13}$$

Comportarea transformatorului este descrisă de ecuaţiile:

$$\begin{aligned} & u_1 \cdot K_N = u_1' = i_2 \cdot (R_2 + R_s) + (L_{\sigma 2} + L_s) \cdot \frac{di_2}{dt} \\ & \Phi = \int u_0 dt \\ & i_0 = f(\Phi) \\ & i_2 = \frac{i_1}{K_N} - i_0 \end{aligned} \tag{4.14}$$

În condiţiile de simplificare expuse mai sus şi, în plus, considerând că impedanţa secundară este preponderent rezistivă, se obţine:

$$L_s = 0 \tag{4.15}$$

$$L_0 = \begin{cases} L_{01} = \infty, pentru |\Phi| < \Phi_S \\ L_{02} = 0, pentru |\Phi| \geq \Phi_S \end{cases}$$

În care ΦS este valoarea de prag a fluxului magnetic pentru care apare fenomenul de saturare în miezul transformatorului. În figura 4.10, a sunt redate variaţiile tipice ale curentului primar i1(t), presupus sinusoidal şi ale curentului secundar, i2(t), în condiţia raportului de transformare unitar (kin =1) pentru cazul în care se atinge pragul de saturare (valoarea maximă a fluxului în miezul magnetic este mai mare decât pragul de saturare ΦS. În cazul în care curentul primar depăşeşte valoarea curentului nominal, în condiţiile expuse mai sus, apare fenomenul de saturare magnetică descris prin variaţia fluxului în timp redată în figura 4.10, b.

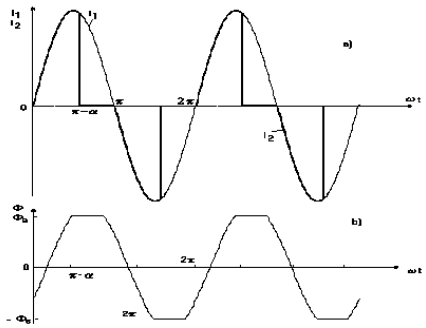


Fig. 4.10 Variaţiile curentului primar şi secundar la atingerea pragului de saturare

O altă eroare pe care o poate introduce un transformator de măsurare de curent este defazarea diferită a armonicilor funcţie de rangul acestora. În figura 4.11, a este reprezentat curentul care circulă prin circuitul primar al transformatorului de curent (curba 3) compus dintr-o undă fundamentală (curba 1) şi o armonică de ordinul 3 (curba 2).

În figura 4.11, b este reprezentată forma curentului în circuitul secundar al transformatorului de curent (curba 3) compusă tot dintr-o undă fundamentală (curba 1) şi o

armonică de ordinul 3 (curba 2), dar defazate între ele cu 180º de către transformatorul de măsurare de curent. În cazul unui transformator de măsurare de curent ideal formele celor doi curenţi trebuie să fie identice, amplitudinile acestora diferind cu valoarea raportului de transformare. Comparând formele curentului primar şi secundar în cazul transformatorului real, se observă că ele diferă nu numai ca formă dar şi ca amplitudine, aceasta constituind încă o sursă de erori, introdusă de transformatoarele de măsurare de curent.

Se poate afirma pe bună dreptate că transformatoarele de măsurare de curent sunt elementele ce introduc cele mai multe erori în procesul de măsurare a energiei electrice.

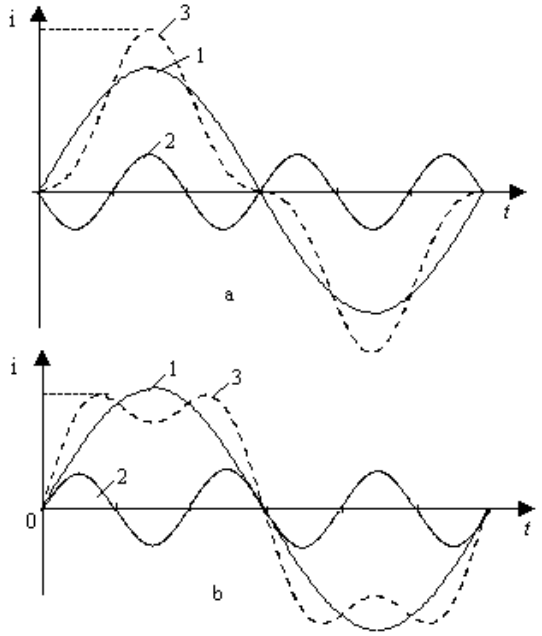


Fig. 4.11 Erori de amplitudine introduse de transformatoarele de măsurare de curent

4.2. Erori introduse în transformatoarele de măsurare de tensiune.

Transformatoarele de măsurare de tensiune alimentează sistemele de tensiune ale aparatelor de măsurat, protecţie şi reglare. Înfăşurarea lor primară este conectată în paralel cu circuitul a cărui tensiune se transformă.

Din punct de vedere al schemei de conectare şi din punct de vedere constructiv el este similar cu transformatorul de forţă în regim de mers în gol, deosebirea constând în valoarea puterii. Înfăşrarea asupra căreia se aplică tensiunea de transformat se numeste înfăşurare primară a transformatorului de tensiune.

Înfăşurarea secundară (principală) de măsură este înfăsurarea care alimentează circuitele de măsură ale aparatelor de măsură. În unele cazuri, transformatoarele de tensiune sunt prevăzute cu o înfăşurare secundară auxiliară care alimentează circuite de protecţie şi semnalizare în cazul punerii la pământ a unei faze.

Dintre caracteristicile transformatorului de măsurare de tensiune se menţionează:

- **Raportul de transformare nominal**

$$k_{un} = \frac{U_{1n}}{U_{2n}} \tag{4.16}$$

- **Clasa de exactitate**

Exprimată prin eroarea de tensiune (raport) şi cea de unghi.

- **Eroarea de tensiune**

$$\varepsilon_u(\%) = \frac{U_{1mas} - U_1}{U_1}100 = \frac{k_{un}U_2 - U_1}{U_1}100 = \frac{k_{un} - \frac{U_1}{U_2}}{\frac{U_1}{U_2}}100 = \frac{k_{un} - k_u}{k_u}100 \tag{4.17}$$

raportul real de transformare fiind: $k_{un} = \frac{U_1}{U_2}$ (4.18)

- **Eroarea de unghi δ_u**

Este unghiul de defazaj dintre fazorul tensiunii primare şi cel al tensiunii secundare, fiind considerată pozitivă când este defazat înaintea lui .
Referitor la transformatorul de măsurare de tensiune, în tabelul 4.2 se prezintă erorile limită admisibile în funcţie de clasa de exactitate.

Tab. 4.3 Erorile admisibile la transformatorul de măsurare de tensiune

Clasa de exactitate	Eroarea de raport	Eroarea de unghi	
	(%)	minute	Centiradiani
0,1	±0,1	±5	±0,15
0,2	±0,2	±10	±0,3
0,5	±0,5	±20	±0,6
1,0	±1,0	±40	±1,2
3,0	3,0	Nu se specifică	

- **Tensiunea primară nominală U_{1n}**

Este valoarea tensiunii primare, care figurează pe plăcuţa indicatoare a transformatorului la care sunt determinate condiţiile de funcţionare. Valorile standardizate în kVef sunt: 0,38; 0,4; 0,5; 0,66; 6; 10; 15; 20; 30; 35; ; $110/\sqrt{3}$ $220/\sqrt{3}$; $400/\sqrt{3}$ kVef.

- **Tensiunea secundară nominală U_{2n}**

Este valoarea tensiunii secundare, care figurează pe plăcuţa indicatoare a transformatorului la care sunt determinate condiţiile de funcţionare. Valorile standardizate în V sunt:
-pentru înfăşurarea secundară principală 100 sau
-pentru înfăşurarea secundară auxiliară 100/3 sau 100. $100/\sqrt{3}$

- **Raportul nominal de transformare**

Reprezintă raportul dintre tensiunea primară nominală şi tensiunea secundară nominală.

$$k_n = \frac{U_{1n}}{U_{2n}} \quad (4.19)$$

- **Sarcina secundară**

Este admitanţa circuitului secundar, exprimată în siemens, cu indicarea factorului de putere (inductiv sau capacitiv). Sarcina secundară nominală este sarcina secundară a înfăşurării secundare de măsură pentru care sunt garantate condiţiile de precizie şi funcţionare.

- **Factorul de putere nominal cosφ**

Este cosinusul unghiului dintre curentul şi tensiunea secundară la bornele sarcinii legate în secundarul transformatorului de tensiune, pentru care sunt îndeplinite condiţiile de clasă de precizie.

- **Puterea secundară nominală Sn**

Este puterea aparentă exprimată în VA, absorbită de sarcina secundară nominală în regim nominal de funcţionare. Ea reprezintă raportul dintre pătratul tensiunii nominale secundare şi sarcina secundară nominală.

- **Puterea secundară maximă Smax**

Este puterea aparentă, exprimată în VA, absorbită de o sarcină secundară, având cos φ=0,8

(inductiv) tensiunea primară având valoarea tensiunii maxime de lucru, încălzirea diferitelor părţi ale transformatorului nedepăşind limitele admise, iar eroarea de tensiune fiind de maximum 10%.

Puterea maximă se stabileşte numai pentru înfăşurările secundare de măsură, înfăşurarea secundară de protecţie rămânând neâncărcată.

În mod normal (când nu se specifică alte valori) puterea maximă este:

- ✓ de 8 ori puterea indicată în clasa 0,5;
- ✓ de 4 ori puterea indicată în clasa 1;
- ✓ de 2 ori puterea indicată în clasa 3.
- ✓ Eroarea de tensiune εu

Este definită de relaţia:

$$\varepsilon_u = \frac{k_{nu} - U_1}{U_1} 100 \quad [\%] \qquad (4.20)$$

în care:

reprezintă $k_{nu} = \frac{U_{1n}}{U_{2n}}$ raportul de transformare nominal.

Puterea secundară nominală este puterea aparentă exprimată în [VA], pe care transformatorul o poate furniza circuitului secundar, sub tensiunea secundară nominală, fără ca erorile să depăşească valorile nominale admisibile.Puterile normalizate sunt: 10; 15; 25; 30; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500 VA.

Din punct de vedere constructiv transformatorul de măsurare de tensiune este asemănător cu cel de curent, cu deosebirea că numărul de spire N1 al înfăşurării primare este mult mai mare decât al înfăsurării secundare N2. Erorile transformatorului de măsurare de tensiune cresc cu scăderea impedanţei de sarcină. La mers în gol ideal (Zs→∞), erorile sunt practic nule. Deci, regimul normal de funcţionare al transformatorului de măsurare de tensiune este cel de mers în gol. Regimul de scurtcircuit este regim de avarie. Explicarea acestor regimuri se poate face cu ajutorul ecuaţiei solenaţiilor. În regim normal (I2≈0).

$$N1I1 \approx N1I0 \rightarrow I1 \approx I0 \qquad (4.21)$$

În acest caz infăşurarea primară este străbătută de un curent aproximativ egal cu cel de mers în gol. Scurtcircuitarea secundarului determină apariţia unui curent primar de 10÷100 ori mai mare decât cel din regim nominal, ceea ce conduce la arderea înfăşurării. Din acest motiv, atât în primarul cât şi în secundarul transformatorului de măsurare de tensiune se montează siguranţe fuzibile.

- **Clasa de precizie**

Este notarea convenţională a limitelor erorilor pe care transformatorul trebuie să le respecte în condiţiile date şi se exprimă în cifre sau cifre urmate de litera P pentru transformatoarele destinate conectării protecţiilor.

4.3. Convertorul analog-numeric.

Pentru a se realiza măsurarea pe cale digitală a energiei electrice, este necesar ca semnalele proporţionale cu tensiunea şi cu intensitatea curentului să fie eşantionate şi cuantizate.

Elemente privind digitizarea tensiunii electrice există de multă vreme, dar transformarea intensităţii curentului într-un semnal de tensiune implică folosirea unui traductor special cu o dinamică adecvată.

În cadrul lanţului de măsurare implementat la un contor realizat pe baza tehnicii digitale, circuitele de intrare de tensiune şi de curent trebuie să corespundă, în primul rând, intervalelor de variaţie ale mărimilor de intrare. Pentru o exactitate corespunzătoare a contorului, se utilizează un convertor analog-digital (CAD) de exactitate ridicată. Unitatea de calcul este pilotată de o bază de timp stabilă, iar datele obţinute sunt transmise perifericelor pe baza unor protocoale specifice.

Funcţiile de bază convertorului analog-numeric sunt:

- ✓ eşantionarea;

- ✓ cuantizarea;
- ✓ codificarea;
- ✓ multiplicarea.

În subcapitolele următoare se vor studia aceste funcţii din punctul de vedere al erorilor introduse în procesul de măsurare.

4.3.1. Eşantionarea semnalelor

Eşantionarea unui semnal analogic constă în prelevarea valorilor semnalului la momente de timp, de regulă echidistante, numit interval de eşantionare. Pentru reconstruirea unui semnal din eşantioanele sale, preluate cu o anumită perioadă de eşantionare, este necesar ca frecvenţa de eşantionare să fie cel puţin dublă faţă de frecvenţa maximă din spectrul semnalului. Prin urmare nu se dispune de toate valorile semnalului, ci numai de eşantioanele sale, iar pentru reconstruirea semnalului se aplică teorema eşantionării care spune:

„Eşantioanele unui semnal conţin toată informaţia specifică acelui semnal dacă frecvenţa de eşantionare este cel puţin de două ori mai mare decât frecvenţa maximă conţinută în semnalul iniţial”.

În practică, în cele mai multe cazuri se aleg frecvenţe de eşantionare de (4÷10) ori mai mari decât frecvenţa semnalului, pentru micşorarea erorilor de măsurare.

În figura 4.12 se prezintă înlocuirea semnalului real cu cel rezultat din operaţia de eşantionare. Se observă necesitatea ca intervalul de timp Δt să fie cât mai mic, pentru o corectă aproximare a semnalului iniţial.

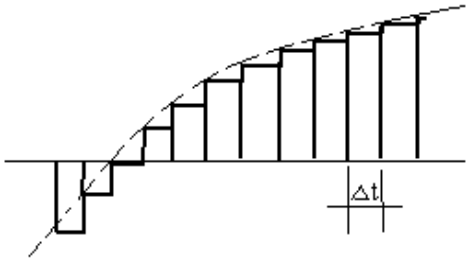


Fig. 4.12 Eşantionarea unui semnal analogic

Pentru măsurarea corectă a energiei electrice în reţele cu mărimi electrice nesinusoidale, este necesar a măsura corect armonici cel puţin până la ordinul k=30. Aceasta implică o frecvenţă de eşantionare de cel puţin 6 kHz, ceea ce conduce la utilizarea unor convertoare analog-digitale rapide având un preţ de cost ridicat.

O sursă de erori, în cazul eşantionării semnalului o constituie alegerea unei frecvenţe de eşantionare mai mică decât cea stabilită prin regula eşantionării.

4.3.2 Cuantizarea semnalelor

Cuantizarea constă în divizarea semnalului în cantităţi egale de o anumită valoare, numite cuante. Se observă că mărimea de măsurat se exprimă valoric prin numărul întreg de cuante pe care-l conţine. Astfel, rezultatul măsurării este o funcţie ce poate lua un număr finit de valori discrete. Mărimile supuse măsurărilor sunt de obicei continuue, adică ele există continuu în timp şi pot lua orice valoare între anumite limite precizate. Informaţia redată de aparatele numerice de măsurare este prin excelenţă discontinuă.

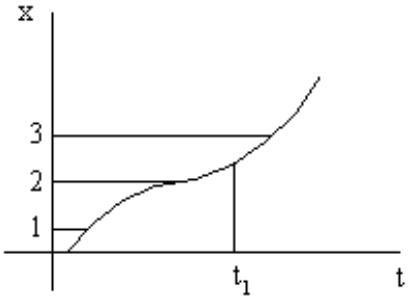


Figura 4.13 Cuantizarea unui semnal analogic

În figura 4.13 funcţia la momentul t1 se aproximează prin valoarea 2 sau 3. Acest proces de aproximare introduce evident erori, cu atât mai mici cu cât intervalul dintre valorile discrete e mai mic. Apare necesitatea găsirii unui optim la stabilirea mărimii acestui interval, întrucât un pas prea mare nu va satisface cerinţele de rezoluţie, iar un pas prea mic va produce date redondante.

4.4 Dispozitivul de afişare

4.4.1. Principiul de funcţionare al afişajelor cu cristale lichide

În ultimul timp dispozitivele de afişare ale aparatelor de măsură electronice se construiesc cu cristale lichide. Acestea s-au impus datorită avantajelor pe care le au faţă de celelalte dispozitive de afişare (afişoare cu tuburi Nixie, cu tuburi fluorescente şi diode electroluminiscente). Dintre aceste avantaje se pot aminti:

- consum mult mai scăzut (zeci de μW, faţă de zeci de mW);
- tehnologie mai simplă şi mai ieftină;
- unghi mai mare de vizibilitate din toate direcţiile.

La baza construcţiei acestor familii de afişaje stau o serie de substanţe organice (de exemplu clorhidratul de colesterol) cu proprietăţi speciale, numite cristale lichide.

Cristalele lichide reprezintă o stare intermediară între starea lichidă şi cea solidă a materiei. Au o mobilitate ridicată asemănătoare lichidelor, precum şi un anumit grad de ordonare a moleculelor, datorită căruia se manifestă proprietăţile optice (anizotropie) specifice moleculelor cristaline. Ca textură, cristalele lichide pot fi: nematice, smetice şi colesterice. Toate aceste trei tipuri de cristale sunt alcătuite din molecule alungite, paralele între ele, deosebirea constând în mobilitatea relativă a moleculelor.

Cristalele lichide nematice au molecule paralele în mod continuu şi se pot deplasa în trei direcţii diferite, însă axele lor rămân mereu paralele între ele, fig. 4.14., a.

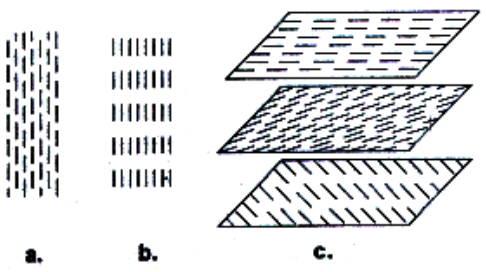


Figura 4.14. Texturi de cristale lichide

Deplasarea moleculelor, în principal rotirea acestora, se poate face cu ajutorul unui câmp electric sau a unui curent electric.

Cristalele lichide smetice au moleculele paralele, însă grupate în straturi fig. 4.14., b. Moleculele au axele perpendiculare pe planul stratului şi se pot deplasa în cadrul acestuia, iar straturile pot avea o mişcare relativă între ele.
Cristalele lichide colesterice au structura mai complicată. Ele se grupează în straturi în care moleculele au aceeaşi orientare, cu axele în planul stratului. Direcţiile de orientare ale moleculelor straturilor adiacente sunt rotite între ele formând o elice, figura 4.14., c.
Dintre aceste trei tipuri de cristalele lichide, la afişajele alfanumerice, se utilizează numai cele nematice, deoarece sunt mai uşor de controlat pe cale electrică.

4.4.2. Forme constructive de bază

Spre deosebire de afişajele cu LED-uri, care sunt alcătuite din module individuale, la cele cu cristale lichide întregul afişaj se face pe o singură plachetă, figura 4.15, ceea ce simplifică tehnologia, reduce gabaritul şi preţul de cost. Structura de bază a unei plachete cu cristale lichide este similară cu cea a unui condensator plan paralel cu armături transparente, având ca dielectric cristalul respectiv, figura 4.15.

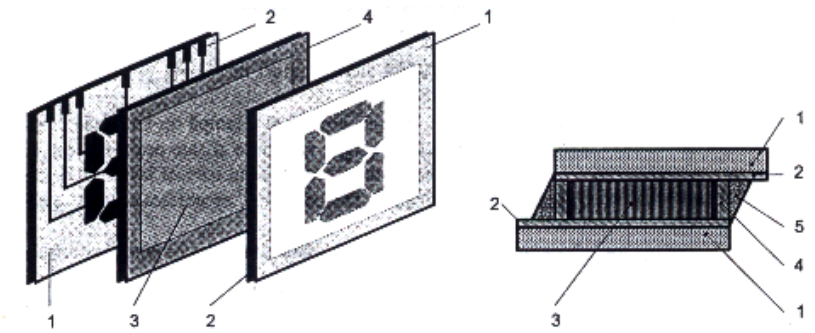


Fig. 4.15. Modul de afişare cu cristale lichide

1- Sticlă;
2- Electrod transparent;
3- Cristal lichid;
4- Ramă distanţier;
5- Adeziv de etanşare.

În stare normală, neexcitată, moleculele cristalului nematic sunt paralele între ele, iar cristalul este transparent. Această stare ordonată poate fi modificată cu ajutorul unui câmp (sau curent) electric, situaţie în care cristalul devine opac. Apare astfel posibilitatea de a comanda electric trecerea sau oprirea luminii, posibilitate ce stă la baza afişajelor cu cristalele lichide.

După felul semnalului de comandă utilizat (curent, tensiune) există două tipuri de afişaje cu cristale lichide, cu structură similară, figura 4.15.

- afişaje ce funcţionează pe principiul difuziei dinamice;
- afişaje cu efect de câmp.

Afişaje cu cristale lichide cu difuzie dinamică. Utilizează un cristal nematic de puritate redusă (rezistivitate 108 Ω cm), iar modificarea transparenţei se face prin turbulenţa moleculelor provocată de curentul ce străbate perpendicular cristalul, curent ce este vehiculat prin ionii (impurităţile) prezenţi în structura cristalului respectiv. Acest tip de afişaj are viteză de răspuns acceptabilă (20÷50 ms), însă necesită tensiune de lucru relativ mare (10÷15 V) şi de aceea nu se mai utilizează în domeniul aparatelor de măsură portabile.

Afişaje utilizând cristale lichide cu efect de câmp. Acesta foloseşte un cristal de înaltă

puritate (fără ioni), cu rezistivitate mare (1010÷1011 Ω cm), iar efectul de modificare a transparenţei se obţine prin rotirea ordonată a moleculelor sub influenţa unui câmp aplicat, de unde şi denumirea de cristale lichide cu efect de câmp. Acest tip de afişaj prezintă avantajul că poate funcţiona la tensiuni scăzute 2÷5 V, însă are viteză de lucru mai scăzută (0,1÷0,2 s). Cu toate acestea, în prezent este singurul tip de afişaj cu cristale lichide adoptat de constructorii de aparate de măsură cu afişare numerică.
În sfârşit, după sursa de lumină folosită, ambele tipuri pot fi cu sursă proprie sau cu lumină ambiantă.

Afişaje cu sursă proprie de lumină. Acestea folosesc o lampă tip baghetă (miniaturală, plasată în spatele plachetei). Prezintă avantajul că cifrele afişate pot fi citite şi la întuneric, însă au un consum apreciabil (lampa) şi de aceea nu se utilizează la aparatele de uz curent, ci numai la cele cu destinaţie militară. De asemenea se utilizează şi la unele ecrane de osciloscop.

Afişarea cu lumină ambiantă. Acestea folosesc numai lumină ambiantă, iar cifrele apar întunecate pe fond alb cenuşiu. Sunt mult mai economice decât cele cu lampă, dar nu pot fi utilizate la întuneric. Cu toate acestea, în prezent s-au impus complet la aparatele electronice de măsură şi la calculatoarele de buzunar.

În cele ce urmează se au în vedere numai afişajele cu lumină ambiantă, utilizând cristale lichide cu efect de câmp. Se bazează pe rotirea planului de polarizare al luminii incidente.

Lumina polarizată. Se ştie că lumina naturală se propagă sub formă de unde electromagnetice plane. O astfel de undă este definită de vectorii $\vec{E}$ (câmp electric) şi (câmp $\vec{H}$ magnetic), care sunt în fază (ca relaţie de timp) şi perpendiculari unul pe altul (ca relaţie de spaţiu), direcţia de propagare fiind dată de vectorul Poynting:

$$\vec{P} = \vec{E} \, x \, \vec{H} \qquad (4.22)$$

Planurile în care oscilează $\vec{E}$ *si* $\vec{H}$ se numesc planul de oscilaţie şi respectiv planul de polarizare, figura 4.16, a. Lumina obişnuită are mai multe planuri de oscilaţie, figura 4.16, b, în timp ce lumina polarizată foloseşte unul singur, figura 4.16, c

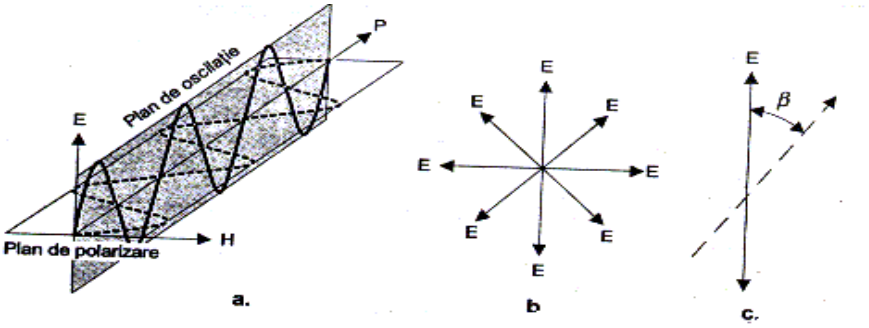


Figura 4.16 Fenomenul de polarizare a luminii

Rotirea planului de polarizare al luminii poate fi realizată cu ajutorul unui câmp magnetic (efect Faraday), electric (efect Kerr), sau poate rezulta dintr-o proprietate specifică a unor substanţe, cum ar fi cristale lichide cu efect de câmp.

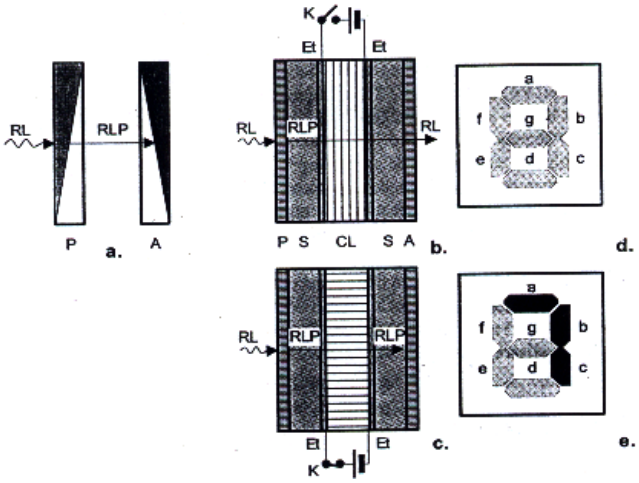
Dispozitivul de punere în evidenţă a rotirii planului de polarizare a luminii este alcătuit din două plăcuţe subţiri de polaroid, una cu rol de polarizor P şi alta (rotită cu 90° fată de prima) cu rol de analizor A figura 4.17, a. În această situaţie, raza de lumină ambiantă, nepolarizată RL trece prin polarizorul P, dar raza de lumină polarizată RLP de la ieşirea acestuia nu poate atinge analizorul A decât dacă se roteşte planul de polarizare a razei cu un unghi β, figura 4.17, c. Rotirea cu unghiul β se face cu ajutorul stratului de cristale lichide CL. Acesta are o grosime de

20÷50 μm şi este plasat între două plăcuţe de sticlă S care pe faţa dinspre cristal sunt prevăzute cu electrozi transparenţi Et ce au forma semnelor de afişat, întregul dispozitiv fiind plasat în spaţiul dintre analizor şi polarizor, figura 4.17, b şi c.

4.4.3. Funcţionarea afişajului cu cristale lichide cu efect de câmp

În absenţa câmpului electric de comandă (K este deschis), planul de polarizare a razei RLP este rotit de către cristal şi ca urmare raza va trece prin analizorul A figura 4.18, b şi deci dispozitivul nu afişează nimic. Dacă se aplică tensiunea de comandă (K este închis), cristalul, sub influenţa câmpului electric, roteşte planul de polarizare a razei RLP, cu un unghi de aproximativ de 90º, ceea ce face ca aceasta să nu mai poată trece de analizorul A, figura 4.18, c. Ca urmare, pe faţa dinspre raza incidentă RL a dispozitivului apare conturul întunecat (pe fond cenuşiu), al semnului afişat, a cărui formă este dată de cea a electrozilor transparenţi Et, figura 4.18, d şi e, unde este afişată cifra 7).

Figura 4.18 Principiul afişării cu cristale lichide cu efect de câmp



În ultima vreme au apărut cristale lichide dicroice. Acestea utilizează atât polarizarea, cât şi difracţia luminii şi au particularitatea că, în funcţie de tensiunea de comandă, pot genera segmente de culori diferite. Comanda cristalelor lichide se face, de regulă, cu tensiune dreptunghiulară de 2÷5 V şi frecvenţă de 30÷200 Hz.