

---

**Instalatia automata pentru imbunatatirea factorului de putere – stand experimental**


---

**1. GENERALITAȚI**

Factorul de putere este un parametru care intervine, în domeniul electroenergetic, în toate sectoarele de activitate, de la producerea energiei electrice până la utilizarea ei, caracterizând eficiența tehnologică și economică a transferului acesteia. El influențează caracteristicile de performanță ale tuturor operatorilor de pe piața de energie electrică, costurile de furnizare a energiei electrice și capacitatea disponibilă de transfer a echipamentelor energetice.

Instalatia automata pentru imbunatatirea factorului de putere care se va studia are ca element activ regulatorul, respectiv controlerul automat al factorului de putere. Modurile de lucru ale controlerului automat de fabricatie Lovato sunt manual sau automat.

Acest controler are 3 relee de iesire, relee care comanda fiecare cate un contactor, acestea la randul lor introduc in circuit o baterie de condensatoare trifazata. Astfel prima baterie, prima treapta are in componenta 3 condensatori de imbunatatirea factorului de putere cu o valoare de 0.83kVAr fiecare, treapta a doua este reprezentata de o baterie Schneider var + m1cu o capacitate de 5 kVAr iar ultima treapta, treapta 3, formata dintr-o baterie de condensatori Schneider var +2 cu o capacitate de 10 kVAr. Deci observam ca configurarea instalatiei automata pentru imbunatatirea factorului de putere care se va studia este realizata in configuratia:



Regulatorul pentru imbunatatirea factorului de putere este de tip DCLR3 Lovato, alimentat printr-o sursa de tensiune izolata galvanic fata de tensiunea de intrare respectiv prin intermediul transformatorului de siguranta si functioneaza pe baza urmatorului principiu: calculeaza permanent factorul de putere al circuitului la care este conectat prin masurarea defazajului dintre curentul supravegheat in cazul nostru faza L1 prin intermediu reductorului de curent CT1 avand raportul de transformare de 100/5 configurabil in meniul regulatorului, si tensiunea dintr celelalte 2 faze respectiv L2 L3 (sau S si T).

In momentul in care defazajul masurat de pe controlerul automat DCLR3 este diferit fata de defazajul tinta pe care il introducem in setarile acestui controler, el introduce in circuit una sau mai multe baterii de condensatoare, respectiv maxim 3, lucru semnalizat prin aprinderea lampilor semnalizatoare TR1 pentru treapta 1, TR2 pentru treapta 2 si TR3 pentru treapta 3 observabil pe panoul lucrarii. Regulatorul este permanent conectat la retea indiferent de pozitia separatorului de sarcina QS1. Separatorul de sarcina QS1 are rolul de a introduce in retea puterea reactiva de natura capacitiva produsa de bateriile de condensatori, cuplate prin comanda manuala sau automata de catre regulatorul DCLR3.

În orice rețea de curent alternativ care conține elemente active (rezistențe) și elemente reactive (inductivități, capacități), simultan cu circulația de putere activă  $P=U \cdot I \cdot \cos\varphi$  care are loc într-un sens, de la generator la receptor, are loc și o circulație de putere reactivă  $Q=U \cdot I \cdot \sin\varphi$ .

*Factorul de putere*,  $\cos \varphi$  al circuitului, se definește ca raportul dintre puterea activă  $P$  și puterea aparentă  $S$ .

În regim sinusoidal simetric este:

$$k = \cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I}$$

## 2. ECHIPAMENTE UTILIZATE ÎN CADRUL MACHETEII

### 2.1. Controler automat al factorului de putere – DCRL3

Unitatea de control automat al factorului de putere DCRL a fost concepută pentru a oferi funcții de ultimă generație pentru aplicațiile de compensare a factorului de putere. Construită cu componente dedicate și fiind extrem de compactă, DCRL combină designul modern al panoului frontal cu instalarea practică și cu posibilitatea de extindere din spate, unde un modul din seria EXP poate fi introdus în slot. Ecranul LCD oferă o interfață de utilizator clară și intuitivă.

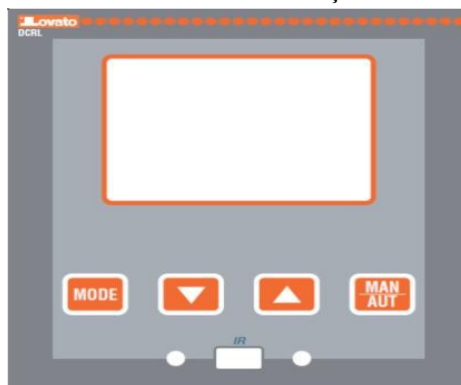


Fig. 1. Controler automat al factorului de putere – DCRL3

#### Descriere

- Controler automat al factorului de putere. Carcasă încastrată standard de 96 x 96 mm.
- Ecran LCD cu luminare de fundal. Versiuni: DCRL3 cu 3 relee, extensibil până la 5 max.
- 4 taste de navigare pentru funcție și setări. Mesaje de alarmă în 6 limbi.
- Magistrală de extindere cu 1 slot pentru modulele de extindere din seria EXP:
  - Interfețe de comunicații RS232, RS485, USB.
  - Ieșiri pentru relee suplimentare.
- Măsurători TRMS de înaltă precizie.
- Selecție largă de măsuri electrice, inclusiv THD de tensiune și curent cu analiză armonică de până la a 15-a comandă. Intrare de tensiune separată de sursa de alimentare, adecvată pentru conexiunea VT în aplicații de tensiune medie. Alimentare cu electricitate de gamă largă (100 - 440 V c.a.). Interfață de programare optică frontală: izolată prin galvanizare, viteză ridicată, etanșă, compatibilă cu USB și module dongle WiFi.
- Programare din panoul frontal, de la PC sau de la tabletă/smartphone.
- Protecție cu parolă de 2 niveluri pentru setări. Copie de rezervă a setărilor originale de punere în funcțiune. Senzor de temperatură integrat. Montare pe panou fără unelte.

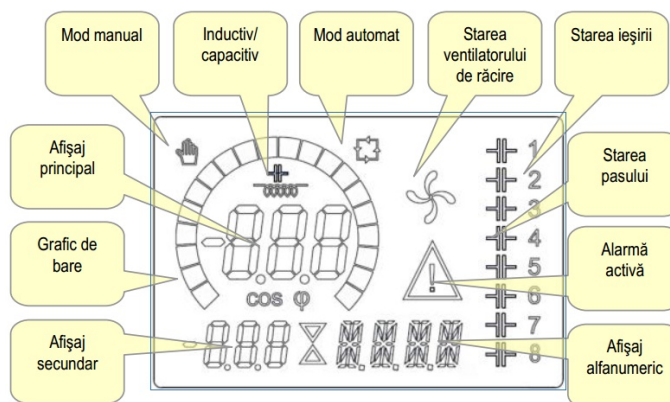


Fig. 2. Panou frontal controler automat DCRL 3

## 2.2.Separatorul de sarcina

## 2.3.Contactorul DE1-D12K11



Acest tip de contactoare este unul special pentru comutarea condensatorilor. Datorită construcției aparținătoare conțin o pereche de contacte auxiliare care au inserate pe fiecare parte bobine de reactanță în aer pentru stingerea arcului electric și contacte auxiliare care se închid înaintea contactelor de forță, ca să stingă arcurile și să limiteze efectele curenților capacitivi datorită conectării, respectiv deconectării bateriei de condensatoare în rețeaua de joasă tensiune. Ca și durabilitate mecanică au în jur de 120 000 de cicluri dacă sunt folosite până la o putere de 33 kVAr sau 60 000 de cicluri dacă sunt folosite la o putere superioară de peste 33 kVAr

## 2.4.Siguranțe fuzibile

Ca măsură de siguranță și pentru a putea să facă față curentului mare absorbit de condensatori la încărcare, s-au folosit 3 blocuri (FU1, FU2, FU3) de siguranțe de tip GL dimensionate astfel:

- blocul FU1 – dimensionat la 25 A
- blocul FU2 – dimensionat la 32 A
- blocul FU3 – dimensionat la 40 A

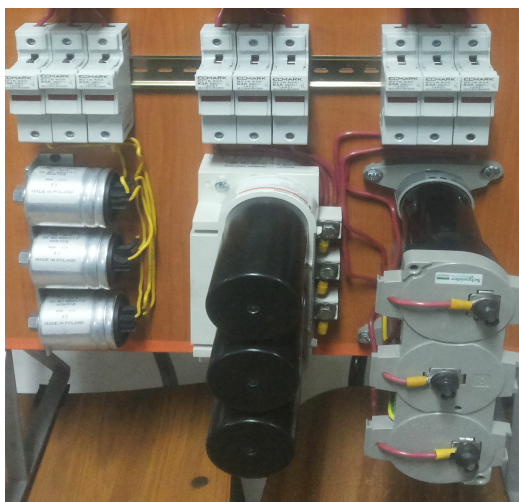
## 2.5.Bateriile de condensatoare

Bateriile de condensatoare prevăzute în această lucrare observându-se din figura alăturată sunt de 3 tipuri deoarece sunt realizate 3 trepte de compensare astfel:

**Treapta 1** – este semnalizată printr-o lampă de culoare albastră și este compusă din 3 condensatori speciali pentru îmbunătățirea factorului de putere cu valori de  $9,6 \mu\text{F}$  la o tensiune de lucru de 525 V cu o capacitate de 0,83 kVAr pe fiecare condensator. Aceștea au prevăzuți intern siguranțe fuzibile și rezistențe de descărcare pentru lucrul în joasă tensiune.

**Treapta 2** – este constituită dintr-o baterie de condensatoare monobloc producție Schneider tip A+M1 cu o putere de 5 kVAr, poate lucra la o tensiune nominală de 480 V pentru 50 Hz cât și la 525 V pentru 60 Hz.

**Treapta 3** – este semnalizată la cuplarea în circuit prin aprinderea unei lămpi de culoare galben, cu condiția ca separatorul de sarcină QS1 să fie în poziția ON. Aceasta este producție Schneider tip A+M2 cu o putere de 10 kVAr.



## 3. MODURI DE OPERARE

Există trei moduri de operare posibile, detaliate mai jos:

### 3.1. Modul TEST

Dacă unitatea este nouă și nu a fost niciodată programată, aceasta intră automat în modul TEST, care permite instalatorului să activeze manual ieșirile individuale ale releelor, astfel încât să puteți verifica dacă panoul are cablajul corect. Modul TEST este indicat de trei cratime --- indicate pe afișajul principal.

Activarea și dezactivarea ieșirilor se face direct apăsând butoanele ▲ și ▼, dar fără a lua în considerare timpul de reconectare. Acesta este închis automat după ce se realizează programarea parametrilor (consultați capitolul *Setarea parametrilor*).

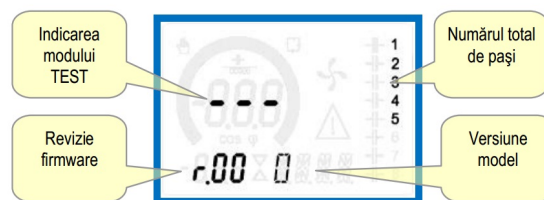


Fig. 3. Panou frontal Modul TEST

### 3.2. Modul MAN și AUT

Pictogramele AUT și MAN indică modul de operare automat sau manual. Pentru a schimba modul, apăsați butonul MAN/AUT timp de 1 secundă consecutiv. Modul de operare rămâne stocat chiar și după deconectarea și re aplicarea tensiunii de alimentare.

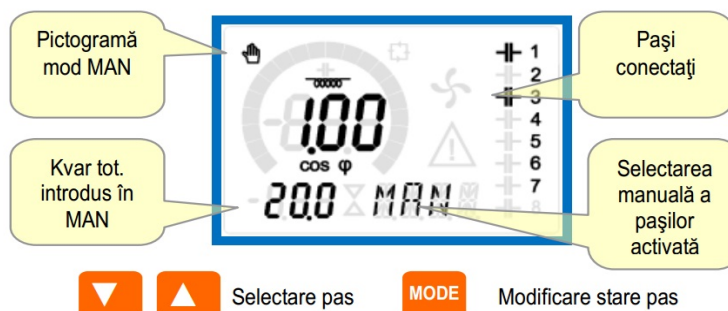


Fig. 4. Panou frontal Modul MAN si AUT

### 3.3. Meniul comenzilor

Meniul comenzilor permite executarea unor operațiuni ocazionale cum ar fi resetarea vârfurilor de citire, golirea contoarelor, resetarea alarmelor etc. În cazul în care a fost introdusă parola de nivel avansat, atunci meniul comenzilor permite executarea operațiunilor automate utile pentru configurația dispozitivului.

Următorul tabel listează funcțiile disponibile în meniul comenzilor, divizate de nivelul de acces necesar. Cu controlerul în mod MAN, apăsați butonul MODE timp de 5 secunde.

- Apăsați ▲ pentru a selecta **CMD**.
- Apăsați MAN-AUT pentru a accesa *Meniul comenzilor*.
- Selectați comanda dorită cu **MODE** sau **MAN-AUT**.
- Apăsați și mențineți timp de trei secunde ▲ dacă doriți să executați comanda selectată. DCRL arată **OK?** cu o numărătoare inversă.
- Dacă apăsați și mențineți ▲ până la finalul numărătorii inverse, comanda este executată, dar dacă eliberați tasta înainte de final, comanda este anulată.

Tabelul.1. Functii disponibile – meniul comenzilor

COD.	COMANDĂ	NIVEL DE ACCES	DESCRIERE
C01	RESETARE ÎNTREȚINERE	Avansat	Resetare interval de service pentru întreținere.
C02	RESETARE NUMĂRARE PAȘI	Avansat	Resetarea contoarelor de funcționare a pașilor.
C03	RESETARE REGLARE PUTERE PAȘI	Avansat	Reîncărcarea puterii programate inițial în reglarea puterii pașilor.
C04	RESETARE ORE PAȘI	Avansat	Resetarea contoarelor de ore de funcționare pentru pași.
C05	Resetare VALORI max.	Avansat	Resetarea valorilor maxime.
C06	RESETARE TPF SĂPTĂMÂNAL	Avansat	Resetarea istoricului săptămânal al factorului de putere total.
C07	CONFIGURARE LA IMPLICIT	Avansat	Resetarea programării de configurare la valorile implicite din fabrică.
C08	CONFIGURARE COPIE DE REZERVĂ	Avansat	Realizează o copie de rezervă a setărilor parametrilor configurației realizate de utilizator.
C09	CONFIGURARE RESTAURARE	Avansat	Reîncarcă parametrii de setare cu copia de rezervă a setărilor utilizatorului.

#### 4. MODUL DE LUCRU

Platforma poate functiona in 2 regimuri manual sau automat. Este recomandat sa functioneze in mod exclusiv automat dar in scop didactic stiind pe baza determinarilor anterioare si al monitorizarii permanente facute de pe releul regulator puterea reactiva din circuit, si citind factorul de putere inrautatit pe masura ce cuplam diversi consumatori putem sa cuplam una din cele 3 trepte, mai bine zis primele 2, a 3 – a treapta fiind prea mare ar presupune sa avem toti consumatorii de natura inductiva cuplati in laborator, deci cuplam prima sau a doua treapta in functie de necesitati

Inima platformei adica controlerul automat al factorului de putere poate functiona in regim automat si manual, indiferent de modul de functionare el trebuie initial programat. La prima alimentare al controlerului intra automat in mod test in care operatorul intra si ii face setarile . Setarile sunt de baza (obligatorii ) in numar de 19 conform datasheetului producatorului Lovato setari in care este stabilita tensiune de lucru, este configurat reductorul de curent respectiv ct1 este configurat primarul transformatorului de curent, secundarul transformatorului de curent, frecventa retelei supraveghata care poate fi 50 sau 60 hz, numarul de pasi care reprezinta numarul de trepte pe care le cupleaza respectivi cate baterii de condensatoare avem independente comandate de catre releu in cazul nostru 3 baterii, valoarea pasului reprezinta valoarea cea mai mica ca numar de kvar care o introduci in circuit , configurarea releelor de iesire, alarma sonora , ventilator , iar ultima setare este limba afisajului

Ca indicatii pe display regulatorului apare in mod obligatoriu in momentul punerii sub tensiune: regimul de lucru :manual sau automat, apare in permanenta  $\cos \phi$  masurat si natura lui daca este capacitiv sau inductiv prin simbolul de bobina sau condensator, ne apare treapta care este cuplata si treapta care urmeaza a fi cuplata prin simbolul de condensator intermitent.

In partea inferioara sub valoarea  $\cos \phi$  avem un sir de caractere numerice unde ne este afisat parametrul pe care dorim noi sa ni-l afiseze din multitudine de parametri pe care acesta ii poate afisa

Parametri afisati sunt urmatiori:

- $\Delta$  kVAr – reprezinta numarul de kVAr necesari pentru a atinge valoarea de referinta a  $\cos \varphi$  setat de noi respectiv 0.95 inductiv, daca este pozitiv trebuie conectat condensatorul daca este negativ trebuie deconectat .
- valoarea RMS si valoarea maxima a masurii pentru tensiune si curent.
- factorul de putere saptamanal mediu
- valoare in procente al curentului calculat al condensatorului ccu si chi care reprezinta valoare maxima a masuri
- temperatura senzorului intern al releului
- distorsiunile armonice a tensiunii si a curentului
- puterea pasului in procente
- H care reprezinta cate ore au functionat pentru introducerea pasilor



**Fig. 5 . Platforma de studiu al factorului de putere**

Starea initiala se verifica conectarea conectorilor la platforma atat fazele, nului de lucru de protectie electrica cat si secundarul transformatorului de curent firele care intra la S1 S2

- Se verifica la reductorul de curent ca strapul sa fie desfacut
- Separatorul de sarcina din tabloul principal sa fie ON
- Separatorul de sarcina de pe platforma QS1 sa fie ON
- Dijunctorul de 2amperi care alimenteaza microcontrolul prin intermediul transformatorului de siguranta sa fie in pozitia decuplat
- Cuplam microcontrolerul cuplind dijunctorul de 2 A si urmarim afisajul
  - Cos fi existent cu caracterul inductiv sau capacitiv
  - Modul de lucru automat sau manual
  - Parametri masurati prin rotatie
    - 0 amperi ca nu avem consumatori cuplati
    - Factorul de putere saptamanal
    - Curentul de supra sarcina al condensatorului cuplat
    - Temperatura din interiorul controlerului
    - Distorsiune totala de tensiune thdv
    - Distorsiune totala de curent

## **5. PROBE EFECTUATE**

### **Proba 1**

Avand pozitiile initiale verificate cuplam primul consumator: iluminatul si  $\cos \varphi$  este 0,57 caracter inductiv  $\Delta$  kVAr (cati kVAr are de compensat) controlerul automat introduce in circuit bateria de condensatori DC1 in valoare de 1.3 kVAr si citim informatiile observam  $\cos \varphi$  a crescut la 0,83 inductiv si un consum de 2,5 A

### **Proba 2**

Lasam iluminatul si cupla motorul de 1,7 kW  $\cos \varphi$  0,64 inductiv are 2 kVAr de compensat curentul 4,34 A si se urmareste modul de lucru a instalatiei automate care ramane in treapta 3 cu un factor de putere 0,97 inductiv si consumul a scazul la 2,76 A si sa stabilizat.

### **Proba 3**

Cuplam dinjuctorul TA2 pentru a porni motorul de la pupitru 2, avem un  $\cos \varphi$  initial cu bateria 3 de 0,82 inductiv, un curent de 3.86 A, o putere reactiva de 1kVAr de compensat (deltakVAr) a cuplat si DC1 obtinand un  $\cos \varphi$  0,99 inductiv.

---