



Aparate Electrice Speciale

Relee Digitale



Considerații generale

Releele reprezintă categoria cea mai importantă de aparate electrice din cadrul unei instalații de protecție și comandă automată. În general, prin releu se înțelege un aparat care fiind supus unei acțiuni exterioare, realizează automat o anumită operație, pentru o gamă dată de valori ale mărimii aplicate la intrare care provoacă acționarea acestuia.

După principiul de funcționare a elementelor sensibile, se deosebesc următoarele relee electrice:

- electromagnetice (neutre);
- electromagnetice polarizate;
- magnetoelectrice;
- electrodinamice;
- de inducție;
- magnetice;
- electrotermice.

După principiul de funcționare a elementelor executoare, distingem:

- relee cu contacte;
- relee fără contacte (variație bruscă a inductivității, capacității electrice, bazate pe amplificatoare electrice, electromagnetice - relee magnetice și electronice).



După caracterul parametrilor de intrare, deosebim relee de:

- curent;
- tensiune;
- putere;
- frecvență;
- timp.

După modul de legare a elementului sensibil, avem relee:

- primare - conectate direct în circuitul de comandă (intrare);
- secundare - conectate prin intermediul convertoarelor;
- intermediare - acționate prin intermediul elementelor de execuție ale altor relee.

După modul de acționare asupra obiectului comandat, distingem relee:

- cu acțiune directă;
- cu acțiune indirectă (prin intermediul altor aparate).

Funcție de valoarea timpului de acționare - t_a - releele se împart în:

- relee ultrarapide (fără inerție) - $t_a < 0.001[s]$;
- relee rapide - $t_a < 0.05[s]$;
- relee normale - $t_a = 0.05...0.15[s]$;
- relee lente - $t_a = 0.15...1[s]$;
- relee de timp (cu temporizare) - $t_a > 1[s]$.

Releul se compune din trei elemente funcționale distincte care se pot urmări și pe schema bloc din Fig.7.1.

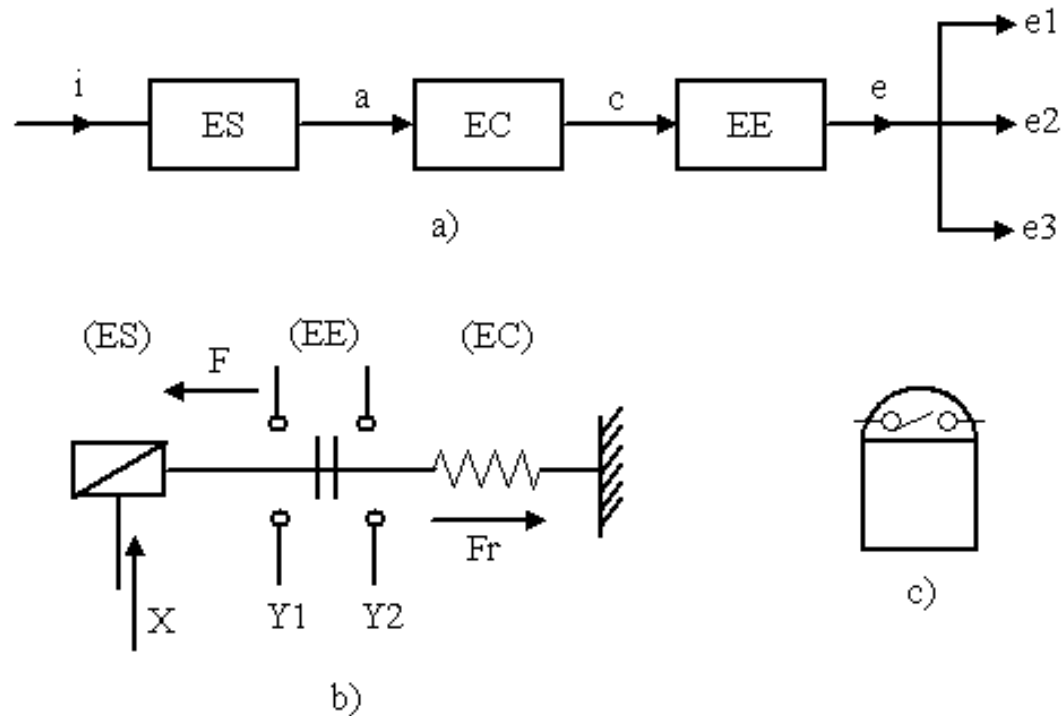


Fig.7.1 Schemele releelor și simbolizare: a) schema bloc; b) schema desfășurată; c) simbol pentru releul de protecție



Mărimile care caracterizează un anumit releu sunt următoarele:

- natura mărimii de intrare (sau acționare);
- puterea ce trebuie absorbită la intrare pentru ca releul să acționeze (cu valori cuprinse între sub 1W și circa 40W);
- curentul (puterea) rezultată în circuitul de ieșire, în condițiile unei tensiuni admisibile date și în funcție de natura sarcinii;
- numărul și poziția contactelor releului : un releu poate avea un număr de contacte normal deschise și (sau) un număr de contacte normal închise;
- domeniul de acționare sau gama de reglaj pentru mărimea de intrare;
- timpul propriu de acționare, care măsoară timpul scurs între momentul aplicării mărimii de acționare, până la închiderea contactelor (de la valori de circa 10-50ms, la rele instantanee, la valorii de 0.1....10s și mai mult, în cazul releelor cu acționare temporizată prin construcția lor).

Caracteristica intrare- ieșire - reprezintă legătura, cu caracter discontinuu, între mărimea de intrare x și mărimea de ieșire y , Fig.7.2.

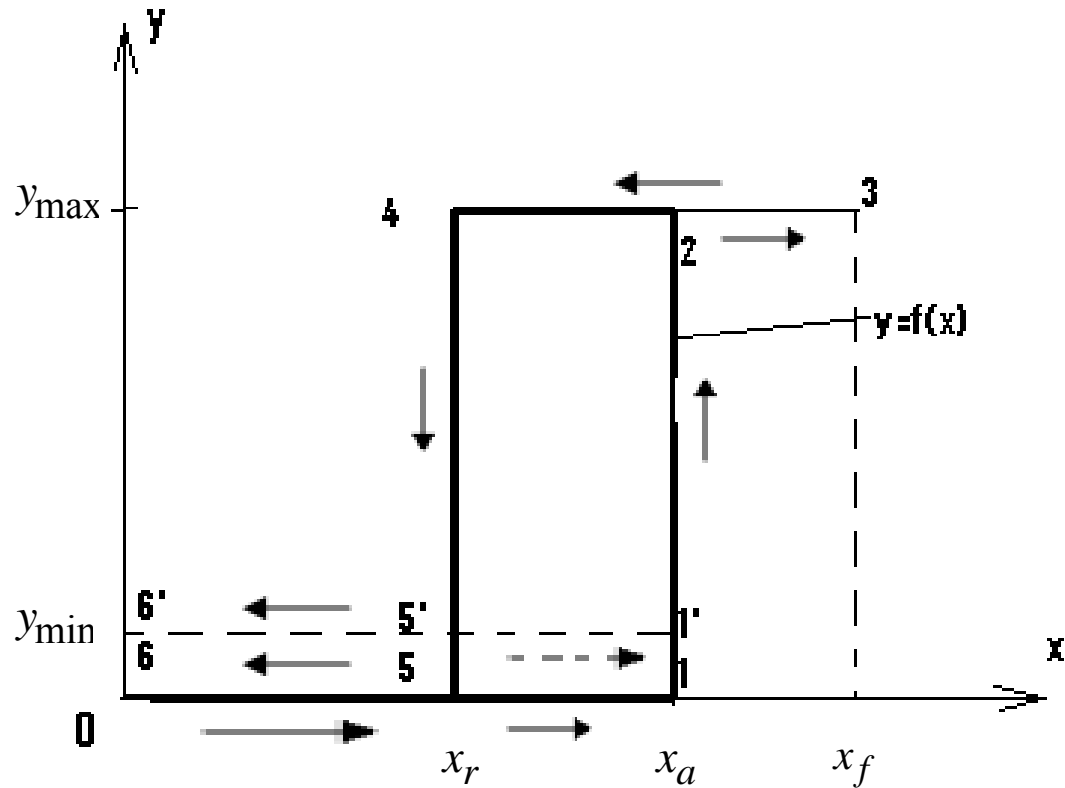


Fig.7.2 *Caracteristica intrare - ieșire (statică) a unui releu (cu contacte)*

Releele electromagnetice - au ca organ principal un mecanism electromagnetic, Fig.7.3, care cumulează funcția de element sensibil și element comparator (intermediar); în consecință, caracteristicile stabilite la electromagneții de curent continuu și curent alternativ sunt valabile, după caz, și la releele electromagnetice.

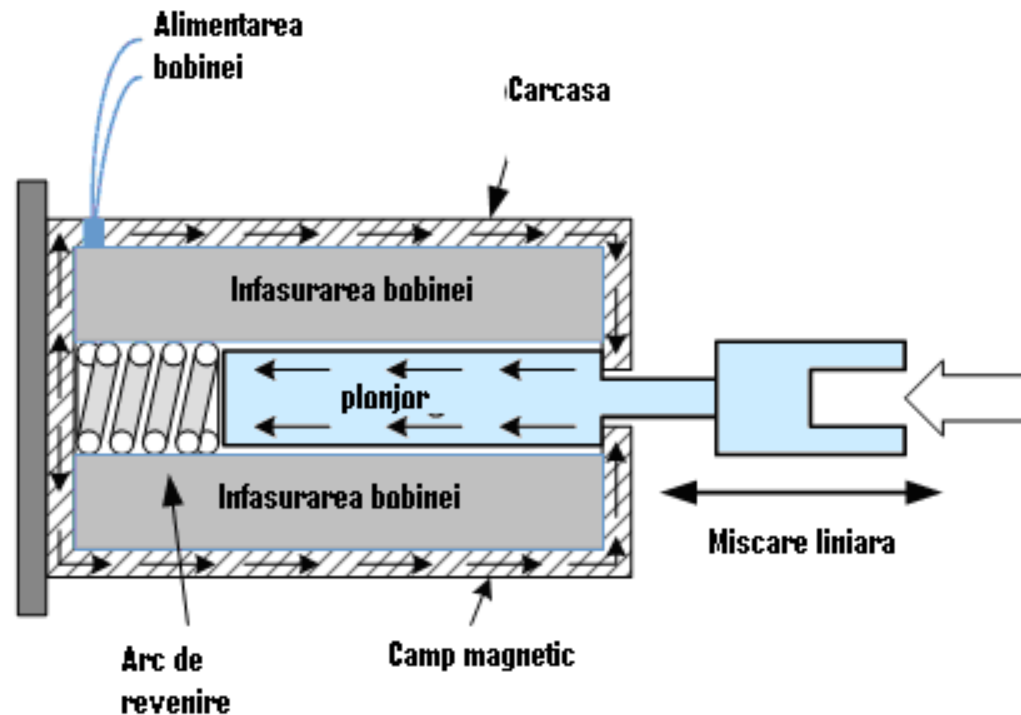


Fig.7.3 *Electromagnet tip plonjor*

Relee magnetoelectrice – funcționarea acestor rele se bazează pe cuplul care se exercită asupra unei bobine parcurse de curent continuu de către câmpul magnetic al unui magnet permanent. În Fig.7.4 este prezentat schematic un relee magnetoelectric. În întrefierul magnetului permanent 1 se găsește un miez cilindric 2, de fier moale, în jurul căruia se poate roti un cadru mobil 3, care poartă bobina 4 a releului. Odată cu rotirea într-un sens sau altul a cadrului mobil se deplasează contactul fix 6, solidar cu cadrul, ceea ce provoacă închiderea sau deschiderea contactelor fixe 7.

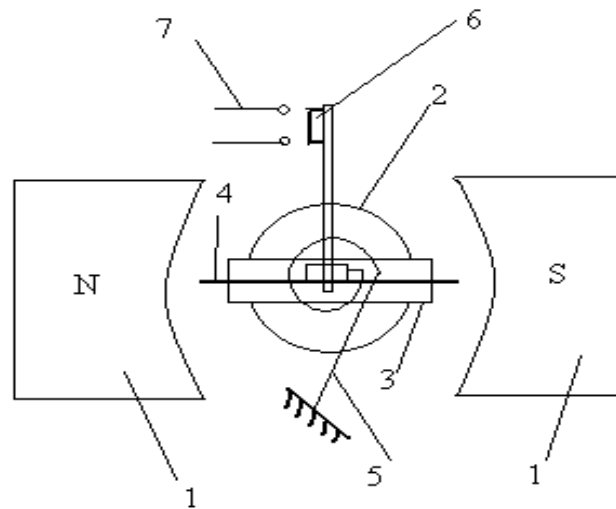
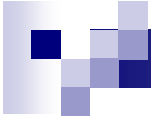


Fig.7.4 *Relee magnetoelectric*



Relee de inducție - sunt relee electrice cu contacte a căror funcționare se bazează pe cuplurile și forțele electromagnetice care se exercită asupra unor conductoare masive sau filiforme (situate într-un câmp magnetic variabil în timp), în care se induc curenți prin inducție electromagnetică.

Relee termice - au la bază fenomenul de dilatare termică a unei lamele care este încălzită ca urmare a trecerii unui curent electric prin conductorul bobinat pe aceasta. Principalul dezavantaj al releelor termice este inerția mare, motiv pentru care nu pot fi utilizate în cazul protecției la suprasarcină de scurtă durată (scurtcircuit).

Releele statice - din punct de vedere al rapidității de acționare, releele electronice statice (fără contacte) sunt superioare celor electromecanice, datorită eliminării inerției elementelor în mișcare. În plus, timpul propriu de acționare a releelor electronice este foarte redus (aproape nul), iar revenirea se produce mai rapid.



Relee programabile

Releele programabile pot înlocui contactoare sau alte circuite de relee complicate. Programul de operare poate fi configurat oricând printr-un computer fără intervenție asupra perifericelor externe. Releele sunt echipate cu mijloace pentru crearea și realizarea ușoară de aplicații.

În Fig.7.5 este reprezentată schema bloc funcțională a unui relee de protecție cu microprocesor. Schema nu diferă esențial de structura unei unități de calcul dedicate utilizată în aplicațiile industriale. Funcția de protecție este implementată prin software.

Procesul de conversie analog digitală poate fi făcut prin utilizarea unui singur convertor la intrarea căruia se aduc semnalele analogice, prin intermediul unui multiplexor, iar ieșirile rezultate în urma fiecărei conversii sunt transferate unității de calcul. Alte metode de conversie utilizează convertoare analog digitale dedicate fiecărui semnal.

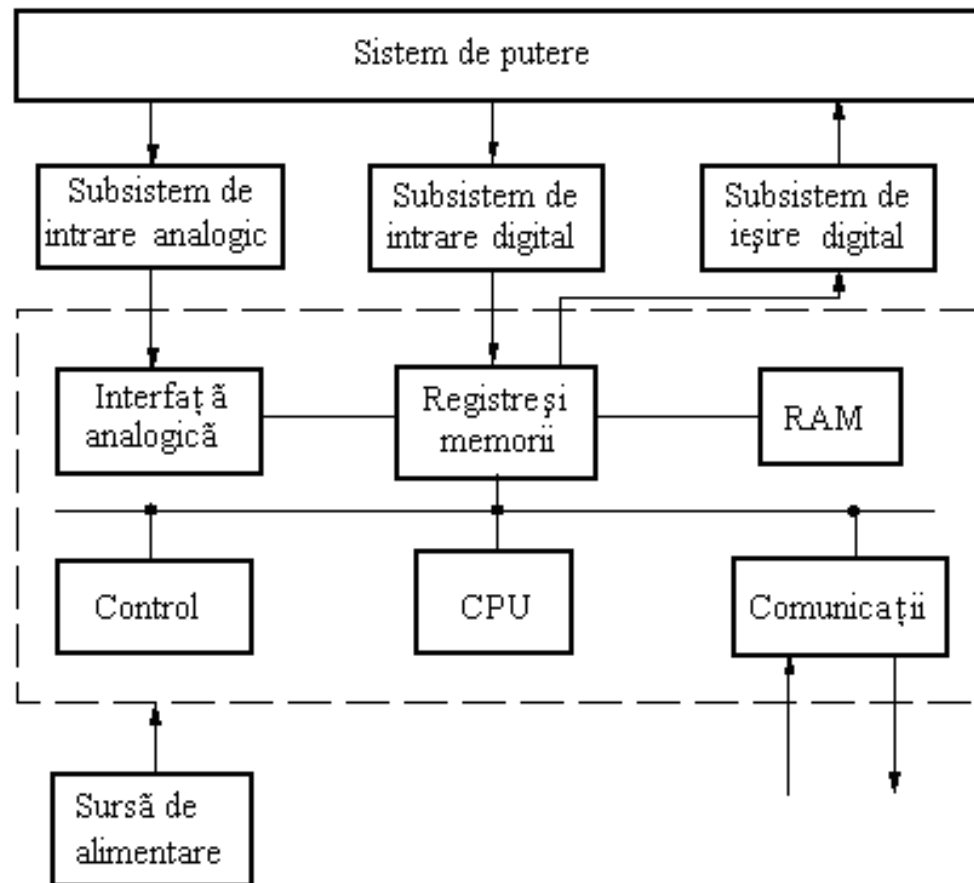


Fig.7.5 Schema bloc funcțională a unui releu de protecție cu microprocesor

În Fig.7.6 este reprezentată o schemă de principiu a elementelor hardware pentru un releu de protecție numeric

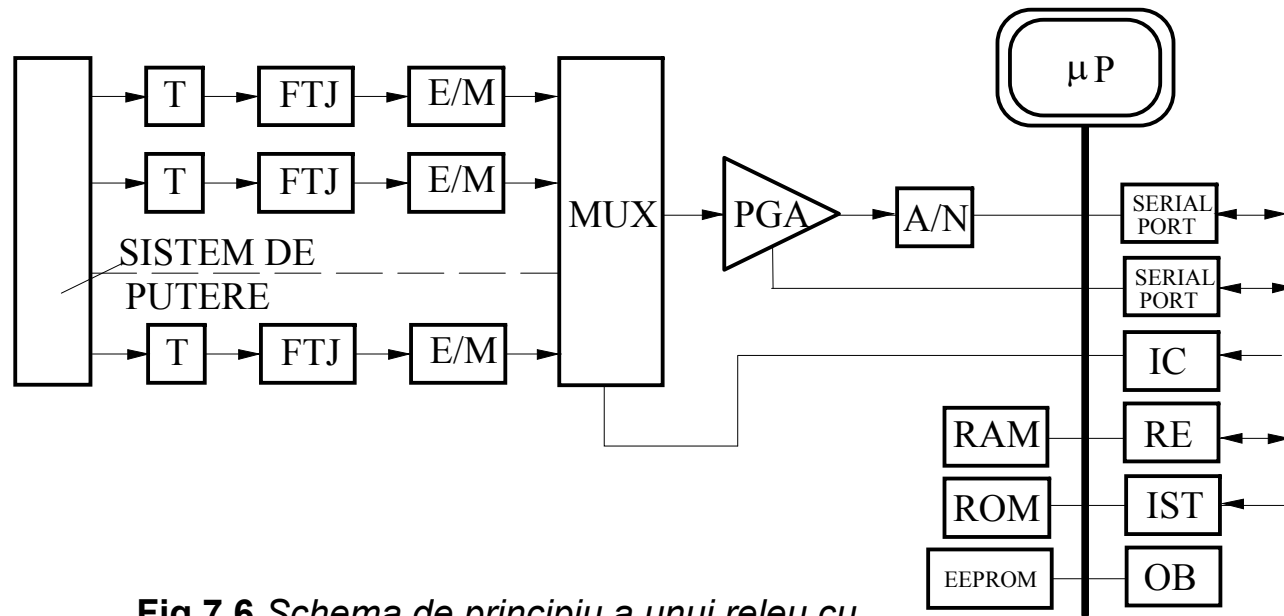



Fig.7.6 Schema de principiu a unui releu cu microprocesor

A/N – convertor analog numeric;
 μP – microprocesor;
 SERIAL PORT – porturi seriale;
 IC – intrări de contact;
 RE – ieșiri releu;
 OB – obiective;
 IST – intrări pentru semnale de timp.

T – transformatoare de măsură și/sau traductoare (cu separare galvanică);
 FTJ – filtre cu caracteristică trece jos;
 E/M – bloc de eșantionare memorare;
 MUX – multiplexor;
 PGA – amplificator cu amplificare reglabilă;



Utilizarea tehnologiilor cu microprocesor la realizarea protecțiilor numerice aduce următoarele avantaje:

- caracteristicile componentelor numerice sunt puțin sensibile la variații de temperatură, variații ale tensiunii de alimentare și timp de exploatare (îmbătrânire);
- performanțele componentelor digitale nu se modifică – datele stocate în memorie, în orice zonă a acesteia, rămân neschimbate;
- la proiectarea echipamentelor numerice de protecție sunt utilizate mai puține componente și mai puține conexiuni în raport cu protecțiile analogice;
- precizia rezultatelor oferite de structurile de calcul numerice poate crește mult dacă se utilizează un număr mai mare de biți pe cuvânt în calculele aritmetice;
- dispozitivele numerice nu necesită o acordare (o punere la punct) individuală;
- problemele de proiectare devin mult mai flexibile prin utilizarea soft-ului adecvat;
- dispozitivele numerice pot realiza simultan funcții aritmetice și logice în timpul controlului procesului;
- datele înregistrate de un dispozitiv numeric nu pot fi falsificate decât în condițiile scoaterii din funcțiune a echipamentului.



Funcțiile specifice releelor digitale din seria EASY

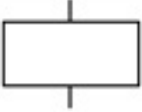
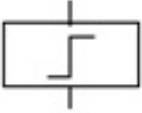
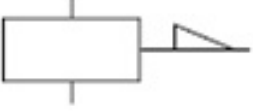
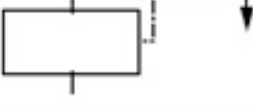
Easy400/500/600/700 sunt relee de comandă cu funcții logice, funcții de timp, de calcul și de comutare timp, precum și aparate de intrare. Se pot rezolva atât probleme tehnice, cât și probleme ale construcției mașinilor și aparatelor. Releul easy800 oferă suplimentar față de easy400/500/600/700 funcții aritmetice și o intrare integrată în rețeaua <NET>.

Familia de relee EASY este completată cu familia de aparate MFD Titan. Acesta oferă aceeași funcționalitate a comenzii ca și cea a aparatului easy800, cuplat cu posibilitatea de vizualizare a procesului comandat pe un afișaj integral grafic, și cu cea de intervenție la valorile intrare în proces.

Se poate stabili comportamentul la comutare al bobinelor de releu prin funcția de bobină. Pentru releele »Q«, »M«, »S«, »D« există următoarele funcții de bobină prezentate în tabelul 7.1.



Tabel 7.1 Funcții de bobină

Simbol	Simbol EASY	Funcțiile bobinei
	⌈	Funcție de contactor
	⌋	Funcție de impuls
	S	Setare
	R	Resetare

Releul auxiliar »M« este utilizat drept »marker«. Releul »S« poate fi utilizat drept ieșire a unei prelungiri sau drept releu auxiliar, dacă nu este disponibilă nici o prelungire. Acesta se deosebește de releul de ieșire »Q« numai prin faptul că nu are cleme de ieșire.

Bobine cu funcția de contactor

Semnalul de ieșire urmează direct semnalului de intrare, releul funcționează ca un contactor, Fig.7.7.

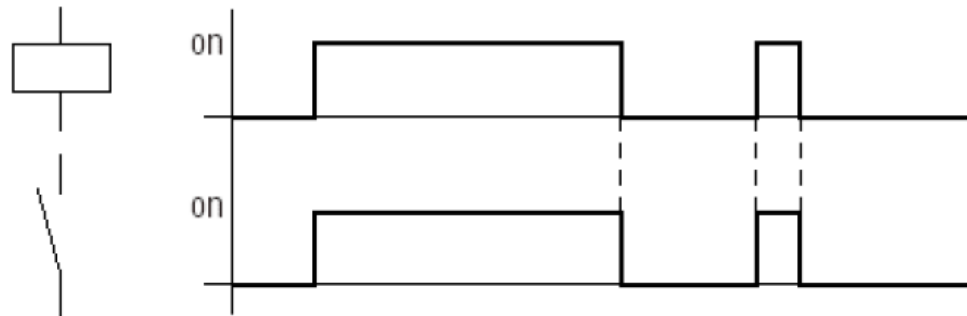


Fig.7.7 Schema activă funcție de contactor

Releu de impuls

Bobina de releu comută la fiecare schimbare a semnalului de intrare de la 0 la 1 a stării de conectare, Fig.7.8. Releul se comportă ca un element bistabil.

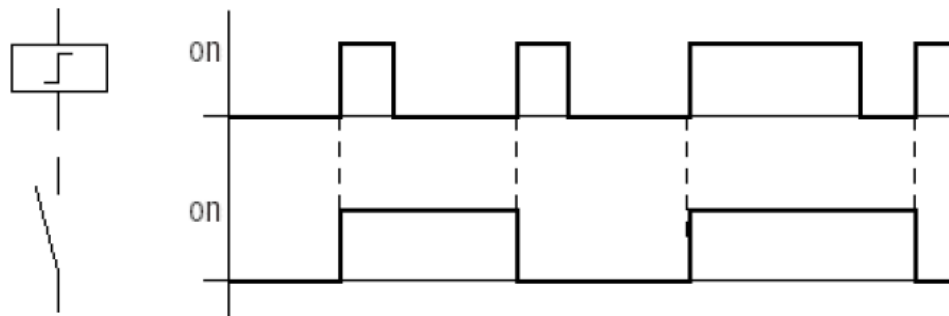


Fig.7.8 Schemă activă releu pentru impuls

Funcțiile bobinelor »setare« S și »resetare« R

Aceste funcții sunt utilizate în mod normal în pereche. Dacă bobina (A) este setată, Fig.7.9, releul se declanșează și rămâne în această stare, până când este resetat cu funcția bobinei »resetare« (B). Alimentarea cu tensiune este dezactivată (C), bobina nu mai funcționează ca remanentă.

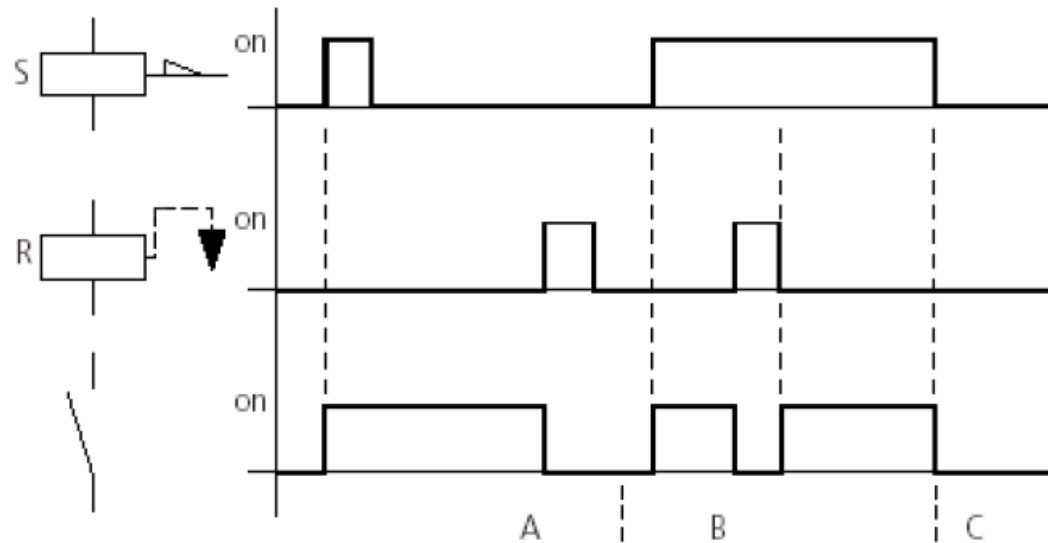


Fig.7.9 Schema activă »setare«, »resetare«

Negarea unei bobine (funcția de contactor negat)

Semnalul de ieșire urmează inversat semnalului de intrare, releul funcționează ca un contactor ale cărui contacte sunt negate.

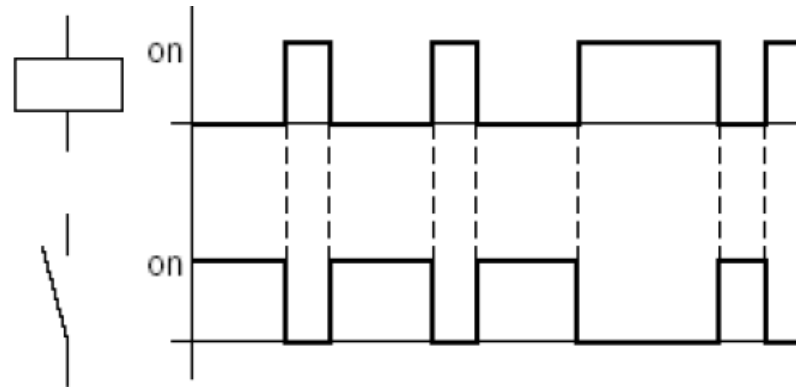


Fig.7.11 Schema activă funcție de contactor negat

Flanc pozitiv (impuls ciclic)

Dacă bobina trebuie să comute numai la un flanc pozitiv, se poate utiliza această funcție.

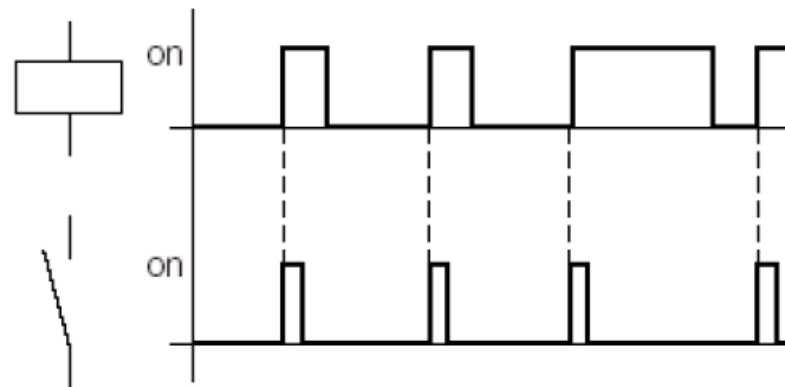


Fig.7.12 Schemă activă impuls ciclic pe flancul pozitiv

Evaluarea flancului negativ (impuls ciclic)

Dacă bobina trebuie să comute numai la un flanc negativ, se poate folosi acest tip de funcție.

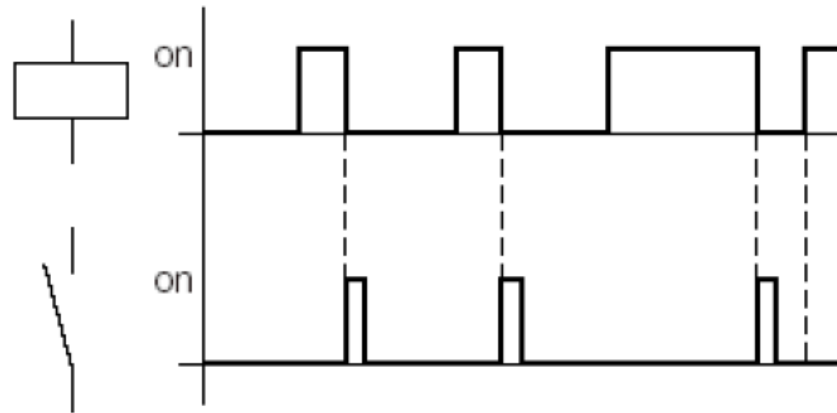





Fig.7.13 Schemă activă impuls ciclic pe flancul negativ

Programarea releelor digitale

Toate tipurile de rele digitale sunt însoțite de pachete software ce facilitează programarea acestora. Numitorul comun al programării acestor rele este dat de utilizarea diagramei scară (ladder diagram), întâlnită absolut la toți producătorii de astfel de dispozitive. O alternativă de programare o poate reprezenta utilizarea funcțiilor diagramă -bloc (FBD - Function Block Diagram), ce presupune simularea schemei de comandă a circuitului cu ajutorul blocurilor logice și ale algebrei booleene.

În tabelul 7.2 se prezintă câteva tipuri de contacte ce sunt uzual întâlnite în programare pentru implementarea aplicațiilor curente.

Tabel 7.2 *Tipuri de contacte pentru releul EASY*

Contact normal deschis	Contact normal închis	Contact de releu	Numar de contacte
I	\overline{I}	Intrare a releului	I1.....I8
P	\overline{P}	Buton tip cursor	P1.....P8
Q	\overline{Q}	Ieșire a releului	Q1.....Q4
M	\overline{M}	Indicator (marker)	M1.....M16
C	\overline{C}	Releu numărător	C1.....C8
T	\overline{T}	Releu de timp	T1.....T8
	\overline{T}		
	$\overline{\text{clock symbol}}$	Releu tip ceas	 ₁  ₄
A	\overline{A}	Releu comparator analog	A1.....A8

În diagrama circuitului, contactele și bobinele sunt interconectate de la stânga la dreapta, de la contact către bobină exact ca într-o schemă cu rele. Diagrama circuitului este creată pe o grilă de conexiuni invizibilă ce conține câmpul contactelor, câmpul bobinelor și respectiv pe cel al conexiunilor de circuit. Apoi se cablează cu conexiuni.

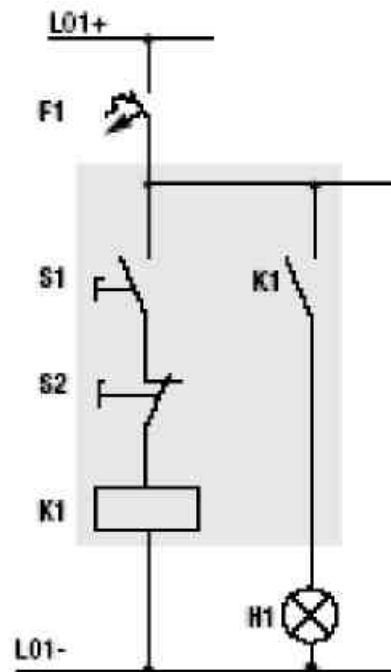


Fig.7.15 Schema de implementat cu ajutorul releului inteligent EASY

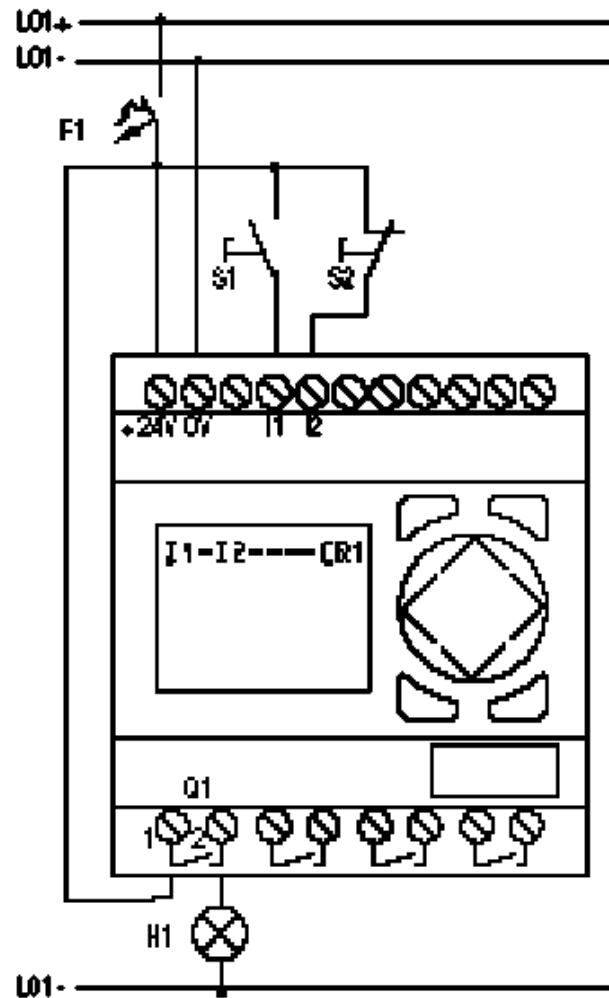


Fig.7.16 Implementarea schemei din Fig.7.15 cu ajutorul releului inteligent EASY

Setarea funcțiilor posibile ale bobinelor unui releu presupune de fapt determinarea comportamentului unui releu. Tipurile de releu sunt:

Q - ieșirea unui releu clasic;

M - releu marker utilizat ca releu indicator de stare (flag);

D - releu pentru afișarea unui text pe display;

S - releu marker utilizat ca releu indicator de stare (flag) pentru afișarea pe display.

Funcția de tip contactor

Diagrama comportării acestei funcții este prezentată în Fig.7.18. Funcția contactor trebuie utilizată o singură dată pentru fiecare bobină.

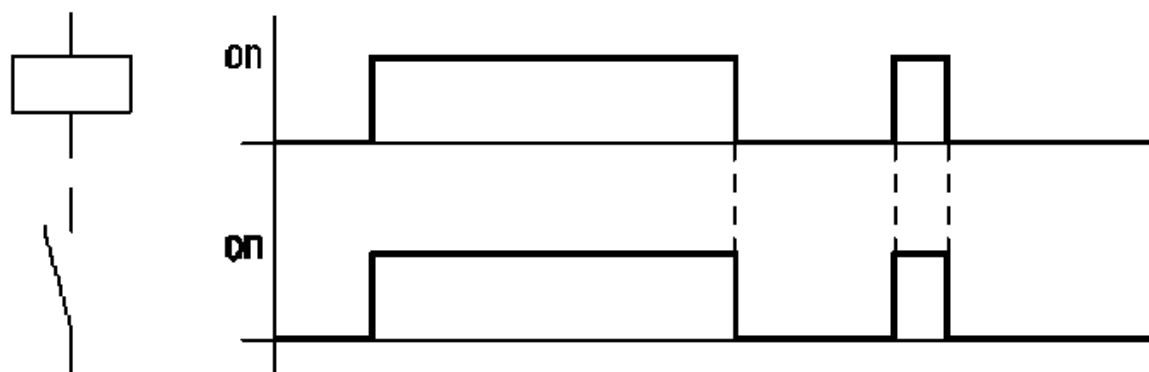


Fig.7.18 *Funcția de tip contactor*

Funcția de tip impuls

Bobina comută de fiecare dată când semnalul de intrare își schimbă starea din 0 în 1.

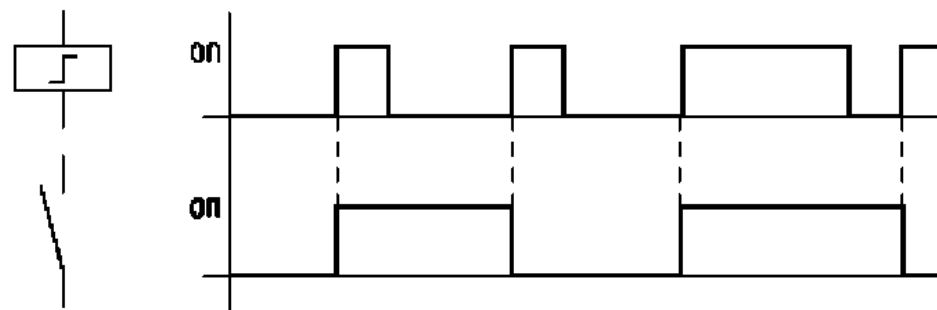


Fig.7.19 Funcția de tip impuls

Funcțiile de tip set și reset (latch și unlatch)

În diagrama prezentă în Fig.7.20 se observă că ieșirea va fi comutată din 0 în 1 de fiecare dată când funcția set este activată și respectiv va exista o comuție complementară atunci când funcția de reset va fi activată.

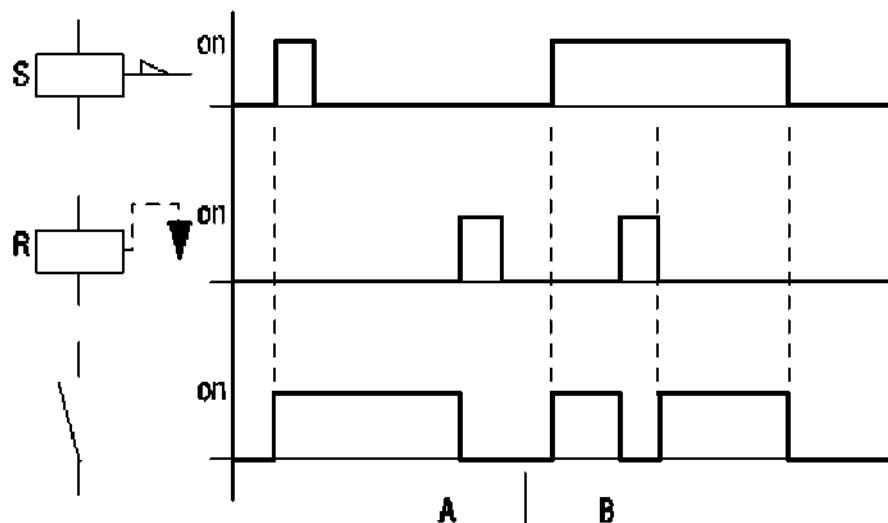


Fig.7.20 Funcțiile de tip set și reset

Releu de timp

Pot exista 8 releu de timp diferite: $T1 \div T8$. Acestea sunt utilizate pentru a realiza o comutare întârziată sau a introduce anumite perioade de pauză setate în prealabil. Întârzierea poate fi reglată în intervalul $10 \text{ ms} \div 100 \text{ h}$.

Pentru utilizarea unui releu de timp în circuitul diagramă sunt necesare a fi precizate două elemente:

1. contactul releului să fie prezent în câmpul contactelor, în acest exemplu T2;
2. o bobină de triggerare să fie prezentă în câmpul bobinelor, în acest caz TT2.

Dacă este necesar se poate seta prin program și o bobină pentru resetarea releului de timp - RT2, Fig.7.21.

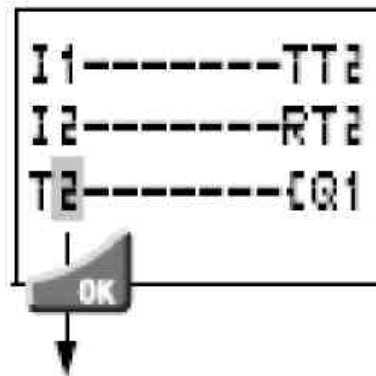


Fig.7.21 Programarea releului de timp

Releu numărător

Uzual se pot folosi până la 8 rele numărătoare: C1...C8. Sunt posibile valori cuprinse în intervalul 0000÷9999. Un releu numărător poate fi controlat prin intermediul pulsului de numărare- CCx, sensului de numărare – DCx și a funcției de reset – RCx.

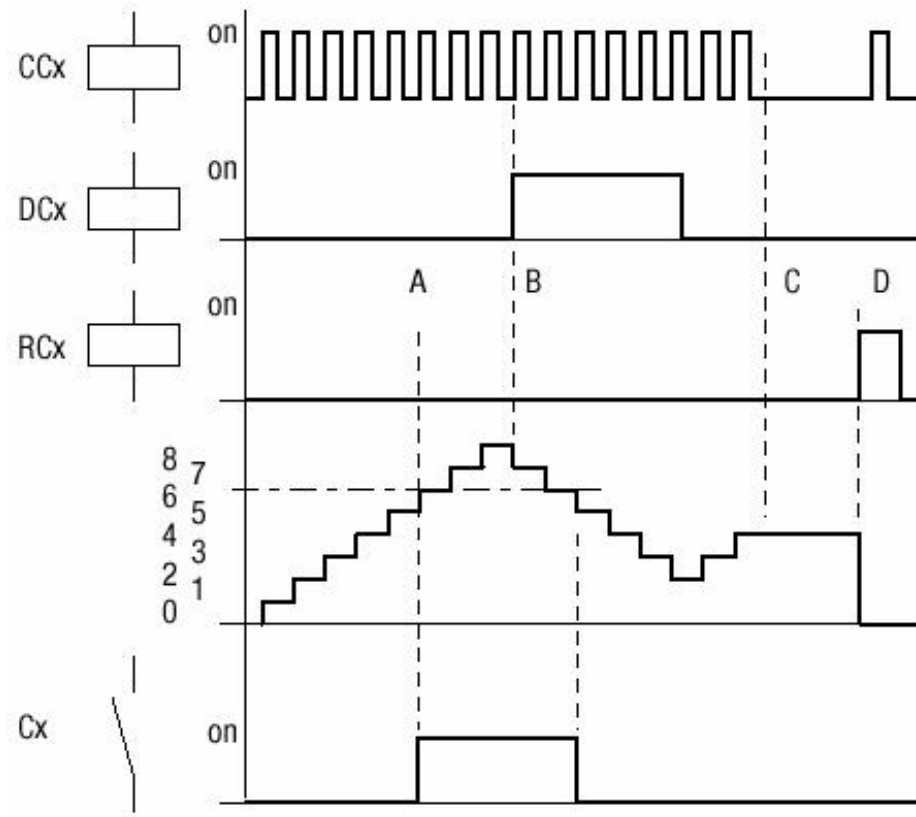


Fig.7.23 Diagrama de lucru a releului numărător



Releu de tip ceas

Releele inteligente produse de către firma Moeller care au ca sufix al simbolului utilizat, litera X, atenționează faptul că acestea sunt echipate cu un ceas de timp real ce poate fi utilizat în diagrama de circuit ca un releu orar săptămânal (de 7 zile). Releele lucrează cu 4 astfel de comutatoare orare (relee tip ceas). Fiecare comutator orar are 4 canale (A, B, C, D) care pot fi folosite pentru a seta 4 ore de pornire și respectiv 4 de oprire.

Comparator analogic

Releele inteligente dispun de comparatoare analogice pentru modelele alimentate la 24V cc. Ele monitorizează tensiunea senzorilor ce sunt conectați la intrările I7 și I8. În aceste condiții se pot utiliza pînă la 8 comparatoare analogice A1÷A8. Un comparator poate realiza 6 comparații diferite:

$I7 \geq I8$;

$I7 \leq I8$;

$I7 \leq$ valoare setată;

$I7 \geq$ valoare setată;

$I8 \leq$ valoarea setată;

$I8 \geq$ valoare setată.

Atât valoarea setată cât și valoarea actuală corespund tensiunilor măsurate. Rezoluția valorilor de tensiune este cuprinsă în intervalul 0.0 V ÷ 10.0 V în pași de câte 0.1 V.

Conectare în serie

În Fig.7.28 este prezentată modalitatea de scriere „ladder” echivalentă înserierii a 3 contacte normal deschise corespunzătoare bobinei Q1, precum și a 3 contacte normal închise corespunzătoare bobinei Q2.

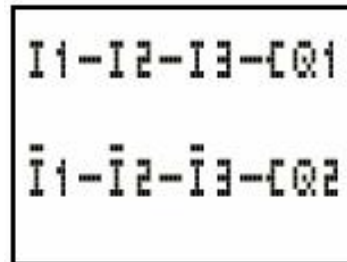


Fig.7.28 Conectarea în serie

Conectare în paralel

În Fig.7.29 este ilustrată linia de program corespunzătoare conectării în paralel a contactelor anterioare, atât normal deschise cât și normal închise.

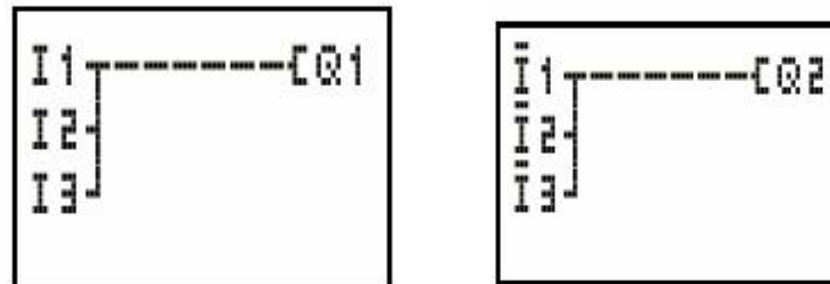


Fig.7.29 Conectarea în paralel

Circuit comutator

Un circuit comutator este creat prin utilizarea a 2 conexiuni serie care sunt combinate în vederea formării unei conexiuni paralel, ca în Fig.7.30.

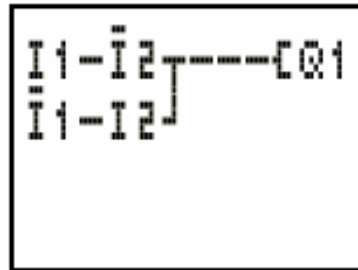


Fig.7.30 *Circuit comutator*

Circuit de automenținere

Pentru un circuit de automenținere se utilizează o combinație de conexiuni serie și paralel. Automenținerea este realizată cu ajutorul contactului Q1 care este pus în paralel cu contactul I1 normal deschis, Fig.7.31.

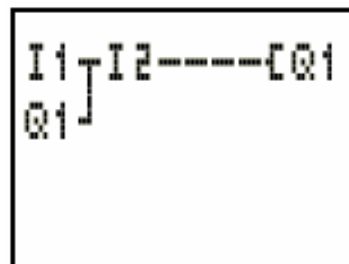


Fig.7.31 *Circuit de automenținere*

Alimentare permanentă

Diagrama corespunzătoare alimentării permanente a unei bobine este prezentată în Fig.7.32.

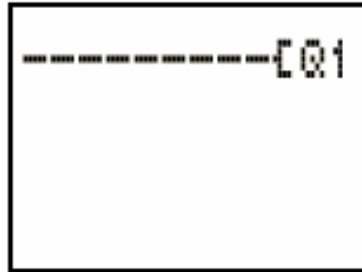


Fig.7.32 *Alimentare permanentă*

Releu de impuls

Un astfel de releu este util în diverse aplicații cum ar fi comanda iluminatului. În Fig.7.33, se prezintă o astfel de implementare.

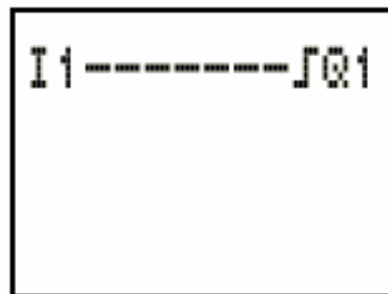


Fig.7.33 *Implementarea unui releu de impuls*