

## LIMBAJUL DE PROGRAMARE BAZAT PE GRAFCET

### 10.1. Limbajul de programare bazat pe GRAFCET

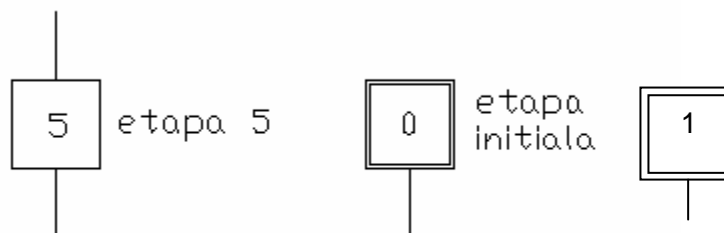
Avantajele limbajului atât pentru proiectant cât și pentru utilizator îl reprezintă abordarea grafică facilă și intuitivă dar și aspectul de generalitate al metodei care este foarte bine adaptată proceselor caracterizate printr-un număr mare de variabile intrare/ieșire.

Metoda permite descrierea funcțională a oricărui proces secvențial cu ajutorul unor diagrame ce se bazează pe patru elemente: etapa (starea), acțiunea (comanda), tranziția, arcul. Practic, derularea în timp a funcționării constă într-o succesiune de etape în care sunt generate acțiuni (comenzi), evoluția între două etape succesive realizându-se numai dacă o condiție logică numită tranziție devine adevărată.

#### a. Etapa (starea)

Corespunde unei situații funcționale în care comportarea procesului este invariantă în raport cu variabilele de intrare/ieșire. La un anumit moment al funcționării o etapă poate fi activă, inactivă sau activabilă.

Grafic etapa se reprezintă printr-un pătrat numerotat interior cu un număr zecimal ce asigură identificarea (sau variabila internă specifică automatelor programabile), iar etapa inițială se reprezintă distinct printr-un careu dublu și de regulă cu indicele zecimal zero (0) sau unu (1) (figura 10.1).



#### b. Acțiunea (comanda)

Fiecărei etape i se pot asocia una sau mai multe acțiuni (comenzi) în sistem, care vor fi executate numai dacă etapa respectivă este activă, atunci când sistemul se află în starea curentă asociată etapei. Grafic acțiunea se reprezintă printr-o etichetă dreptunghiulară, plasată în dreapta simbolului etapei (figura 10.2).

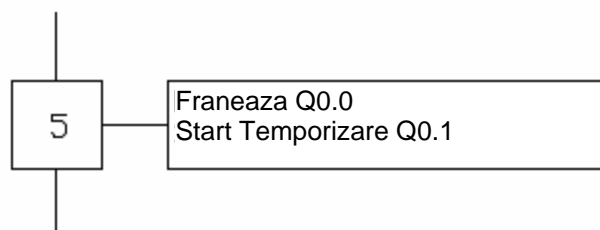


Fig 10.2.

O etapă poate fi însoțită de o singură acțiune, de mai multe acțiuni, sau de nici o acțiune (cazul etapelor virtuale) – caz în care eticheta poate lipsi sau nu este nimic inscripționat în interiorul ei. Una sau mai multe acțiuni asociate unei etape pot fi condiționate printr-o variabilă binară sau o funcție booleană complexă a variabilelor de intrare, sau de către alte etape.

#### c. Tranziția

Tranziția funcționează ca o barieră ce separă în mod necesar și obligatoriu două etape succesive. Tranziția are asociată o condiție logică numită receptivitate, ce autorizează efectuarea tranziției în stare următoare numai dacă sunt îndeplinite două condiții:

- etapa curentă este activă;
- valoarea receptivității (condiției logice) este adevărată;

În exemplul următor (figura 10.3), când etapa 5 este activată se generează acțiunile corespunzătoare ”Frânează Q0.0” și ”Start Temporizare Q0.1” și se activează etapa 6 numai atunci când tranziția ”Stop Temporizare=TRUE”, simultan dezactivându-se etapa 5 și implicit acțiunile asociate.

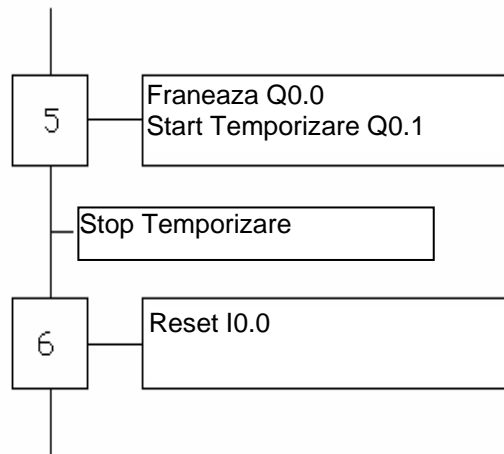


Fig. 10.3.

### c. Arcul

Este un segment de dreaptă orientat ce poate fi dispus numai vertical sau orizontal. Arcul vertical are sensul de parcurgere definit implicit de sus în jos, nefiind necesară marcarea cu săgeți, însă dacă sensul de parcurgere este invers (de jos în sus), atunci marcarea cu săgeți este obligatorie.

Arcul simplu leagă întotdeauna o etapă de o tranziție sau o tranziție de o etapă, niciodată două etape sau două tranziții. Arcele simple orizontale se pot marca pentru indicarea sensului de parcurgere dacă este cazul. Există și arce orizontale duble care se folosesc pentru delimitarea grupurilor de etape cu evoluții paralele în timp și nu se marchează cu săgeți.

## 10.2. Controlul unor uși automate aflate la intrarea într-o incintă

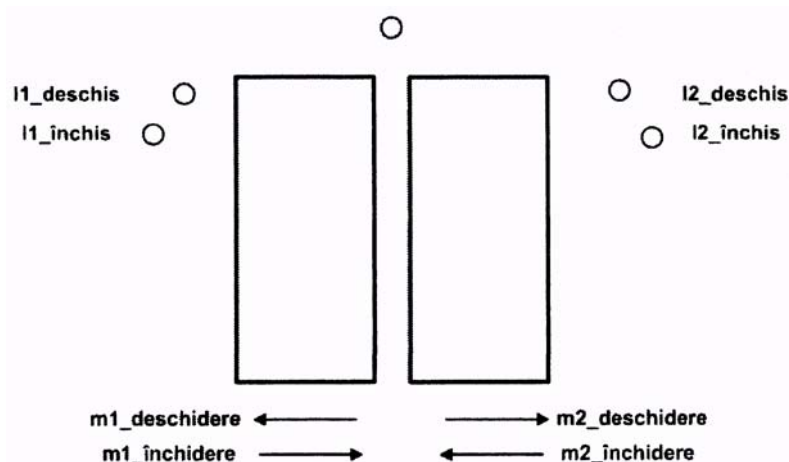


Fig. 10.4. Controlul unor uși automate aflate la intrarea într-o incintă

Elementele sistemului de controlat sunt:

- două uși, fiecare dintre ele mișcată cu ajutorul unui motor cu două senzori de rotație (mișcare stânga - dreapta pentru fiecare ușă);
- câte doi senzori de capăt cursa (deschis - închis) pentru fiecare ușă;

- un senzor de prezență persoană în dreptul ușii.

Funcționarea dorită a sistemului este: inițial ușile sunt închise. Dacă o persoană apare în dreptul ușilor, ușile vor începe să se deschidă. Mișcarea de deschidere este menținută atâta timp cât, pentru fiecare ușă în parte, senzorul respectiv de deschidere este activ.

Dacă ambele uși sunt deschise și nu mai există nici o persoană în dreptul ușii timp de 2 secunde, ușile încep simultan să se închidă.

Închiderea ușilor se oprește când ambele ajung la capăt de cursă sau apare o persoană în dreptul ușilor, în timp ce acestea se închideau. Ele își vor opri închiderea și vor începe să se deschidă.

*Elemente de măsură (legate la intrările automatului programabil):*

- 4 limitatoare de cursă;
- un senzor de prezență persoană.

*Elemente de execuție (legate la ieșirile automatului programabil):*

- cele 2 motoare ale ușilor.

*Dicționarul de variabile globale:*

*Variabile de intrare booleene:*

- **prezenta:** senzorul de prezență persoană;
- **I1\_deschis:** limitatorul de ușă 1 deschisă;
- **I1\_inchis:** limitatorul de ușă 1 închisă;
- **I2\_deschis:** limitatorul de ușă 2 deschisă;
- **I2\_inchis:** limitatorul de ușă 2 închisă.

*Variabile de ieșire booleene:*

- **m1\_deschidere:** comanda de deschidere ușă 1;
- **m1\_inchidere:** comanda de închidere ușă 1;
- **m2\_deschidere:** comanda de deschidere ușă 2;
- **m2\_inchidere:** comanda de închidere ușă 2.

**Observații:**

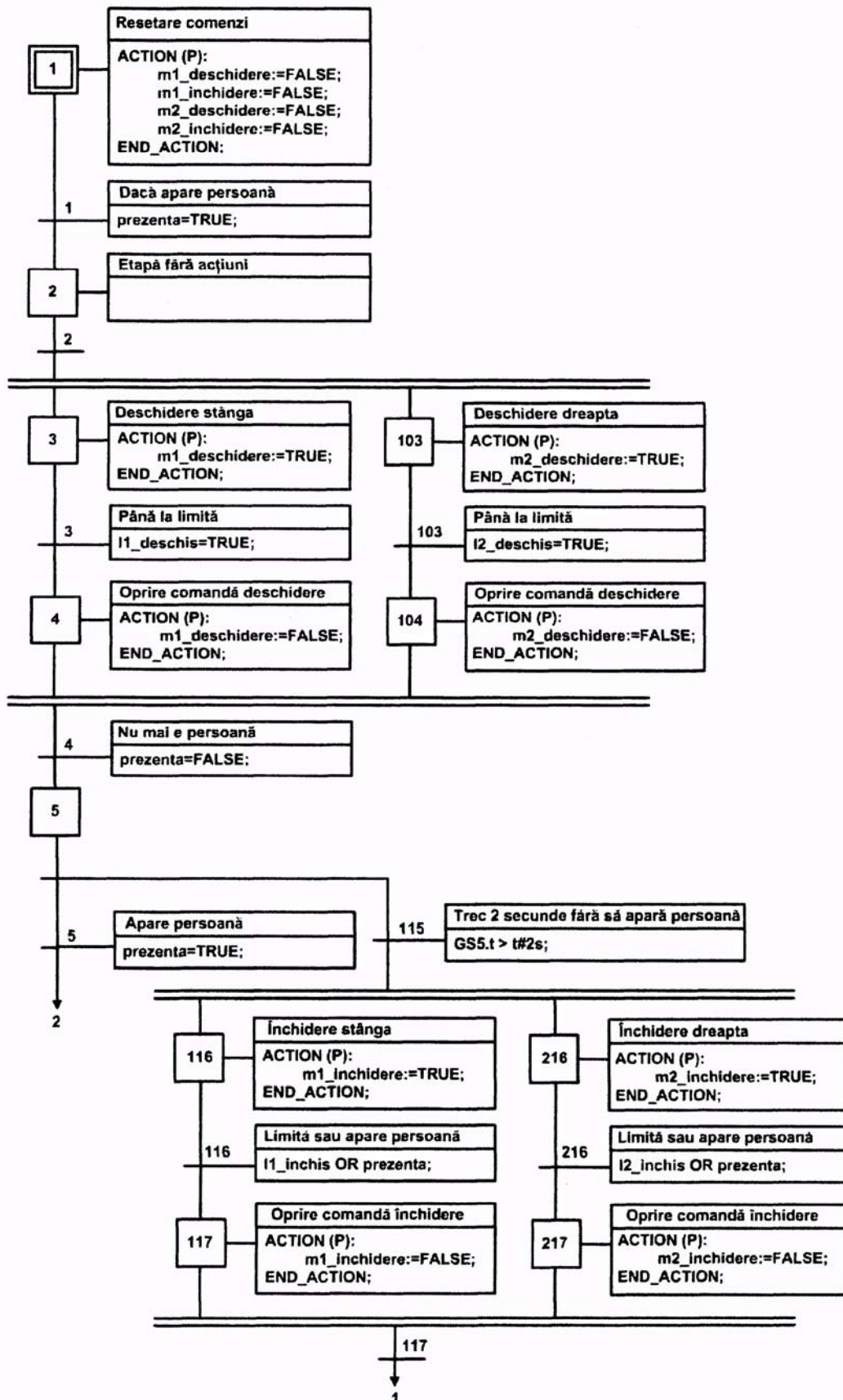
- închiderea și deschiderea ușilor trebuie făcută neapărat într-un paralelism deoarece acțiunile încep în același moment, se desfășoară independent, dar procesul poate continua numai după ce ambele secvențe s-au încheiat.
- etapa 2, aparent inutilă deoarece nu are acțiuni asociate, a fost introdusă pentru a putea intra în paralelismul de deschidere a ușilor atunci când condiția 5 devine adevărată.

**Întrebări:**

1. Care sunt elementele limbajului de programare bazat pe GRAFCET (enumerare).
2. Cum se reprezintă etapa. Desen.
3. Cum se reprezintă acțiunea. Desen.
4. Cum funcționează tranziția.
5. Ce este arcul, și cum se reprezintă acestea.
6. Între ce elemente face legătura arcul?

Controlul unor uși automate aflate la intrarea într-o incintă

Program main:



### Detecția și expulzarea automată a sticlelor fără dop

Una dintre fazele de producție într-o linie de îmbuteliere constă în așezarea unui dop, ca urmare a încheierii secvenței de umplere. O dată astupate, sticlele se deplasează pe banda 1. Scopul aplicației este detectarea și evacuarea sticlelor care ies din faza de închidere fără dopul corespunzător.

În plus, dacă sunt rejectate mai mult de 3 sticle consecutive, trebuie activată o alarmă.

Repornirea ciclului se face prin apăsarea **butonului Pc**. Pentru detecția sticlei defecte se conjugă acțiunile unui senzor inductiv, care detectează prezența dopului și un echipament fotoelectric care semnalează prezența unei sticle.

Procesul este inițiat prin apăsarea **butonului M**, care determină pornirea benzii transportoare 1. Atunci când se detectează o sticlă fără dop, este oprită banda 1 și este pornită banda transportoare 2 (dacă era oprită).

În momentul în care sticla fără dop se găsește în zona de expulzare, este activat mecanismul de expulzare (un piston ce poate avansa și se poate retrage între două limite).

Banda 1 va fi repornită în momentul în care sticla fără dop nu se mai găsește în zona de expulzare (practic semnalul transmis de detectorul fotoelectric are valoarea logică fals). Banda 2 va fi oprită după 5 secunde de la începerea expulzării ultimei sticle.

Elemente de măsură (legate la intrările automatului programabil):

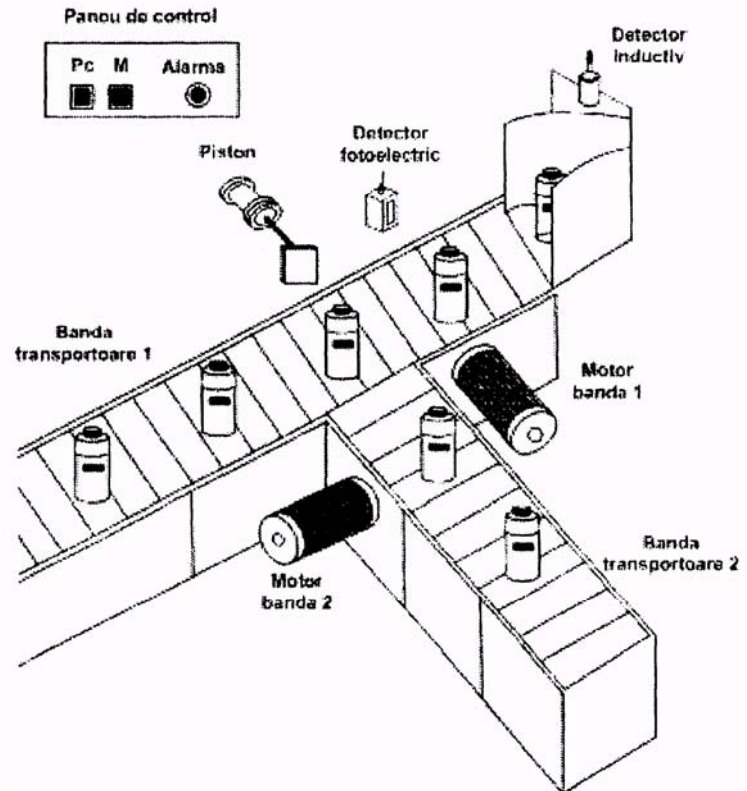
- un detector inductiv pentru dopuri;
- un detector fotoelectric pentru sticle.

Elemente de execuție (legate la ieșirile automatului programabil):

- două motoare care acționează două benzi transportoare;
- un piston folosit la expulzarea sticlelor fără dop.

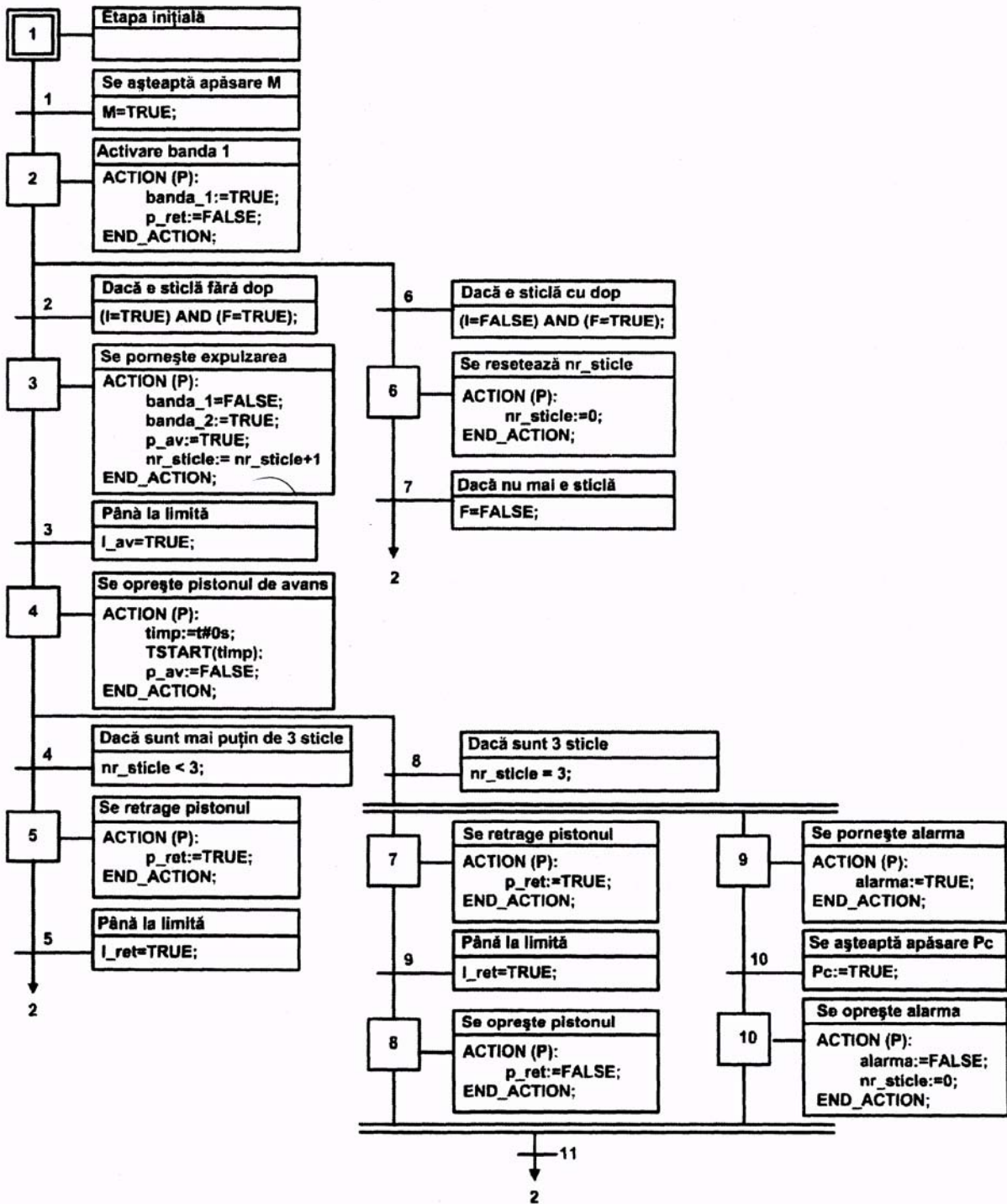
Dicționarul de variabile globale:

- variabile de intrare booleene: M - buton de pornire; I - detector inductiv; F - detector fotoelectric; Pc - buton de reponire a ciclului; l\_av - limita de avans; l\_ret - limita de retragere.
- variabile de ieșire booleene: banda\_1 - comandă pornire/ oprire bandă 1; banda\_2 - comandă pornire/ oprire bandă 2; alarmă - comandă alarma; p\_av - comandă avansul pistonului; p\_ret - comandă retragerea pistonului.
- variabile interne de tip întreg: nr\_sticle - contorizează numărul de sticle fără dop expulzate consecutiv.



Detecția și expulzarea automată a sticlelor fără dop

**Programul Main:**



Programul principal detecția și expulzarea automată a sticlelor fără dop