A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a network of light blue lines and circles that resemble a printed circuit board (PCB) layout or a digital signal path. The lines are of varying thickness and connect to small circular nodes.

# TESTAREA CIRCUITELOR LOGICE COMBINAȚIONALE

# CLASIFICAREA METODELOR DE GENERARE A SECVENȚELOR DE TEST

1. Metode *deterministe*
2. Metode *probabilistice*

## Metode *deterministe*

- *metode structurale*: generarea secvențelor de test are loc în urma analizei structurii circuitului;
- *metode analitice*: generarea secvențelor de test are loc în urma analizei funcției logice;
- *metode structural-analitice*: generarea secvențelor de test are loc în urma analizei atât a structurii circuitului logic cât și a funcției logice.

Metodele probabilistice se bazează pe generarea aleatorie sau pseudoaleatorie a testelor și se folosesc în cazul circuitelor mari (metoda Monte-Karlo)

# METODA ACTIVĂRII UNEI CĂI

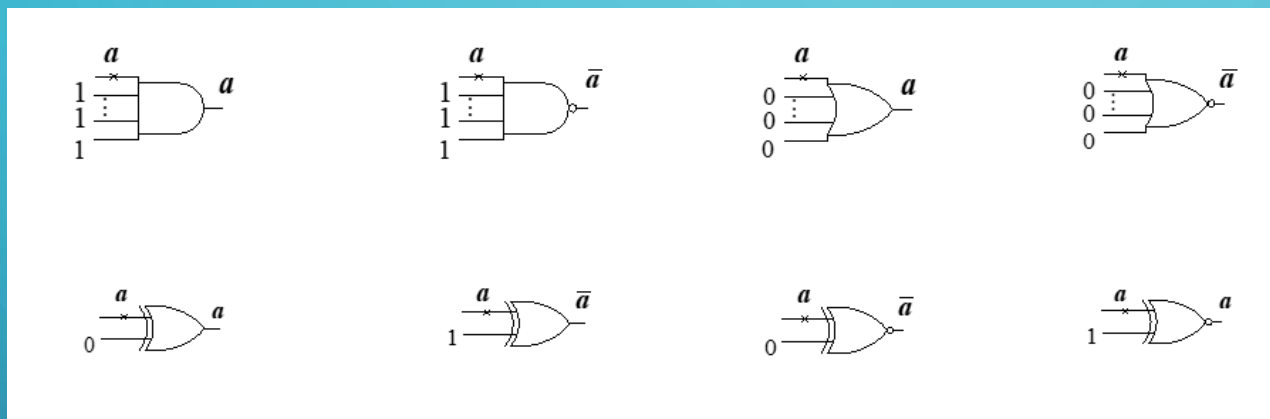
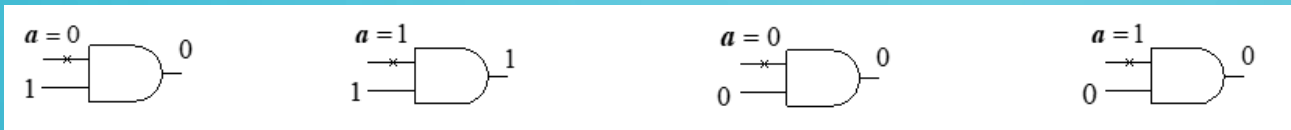
- Este o metodă structurală bazată pe alegerea unei căi de propagare a defectului de la un punct de manifestare spre ieșirea primară a circuitului logic.

Etapele metodei:

- 1) Se asigură obținerea pe conexiunea defectă a nivelului logic opus presupusei erori (*condiția manifestării defectului*);
  - 2) Se selectează în mod arbitrar o cale de la locul de manifestare a defectului la una din ieșirile primare ale circuitului;
  - 3) Se *activează calea selectată*, asigurând astfel condiția de observabilitate a defectului prin propagarea univocă a lui până la ieșirea primară a circuitului (procedura constă în **sensibilizarea porților logice** din calea selectată);
  - 4) Se determină unul sau mai multe teste pentru detectarea defectului analizat, atribuind valori intrărilor primare, astfel încât să se producă semnalele dorite la ieșirile diverselor porți logice din circuit;
  - 5) Dacă nu s-a epuizat mulțimea căilor de propagare a tuturor defectelor analizate spre ieșirea primară a circuitului, se reia cu etapa 2, dacă da, atunci generarea testelor s-a încheiat.
- Etapele 1-3 reprezintă *faza de trecere înainte*, iar etapa 4 – *faza de consistență* sau *faza de trecere înapoi*.

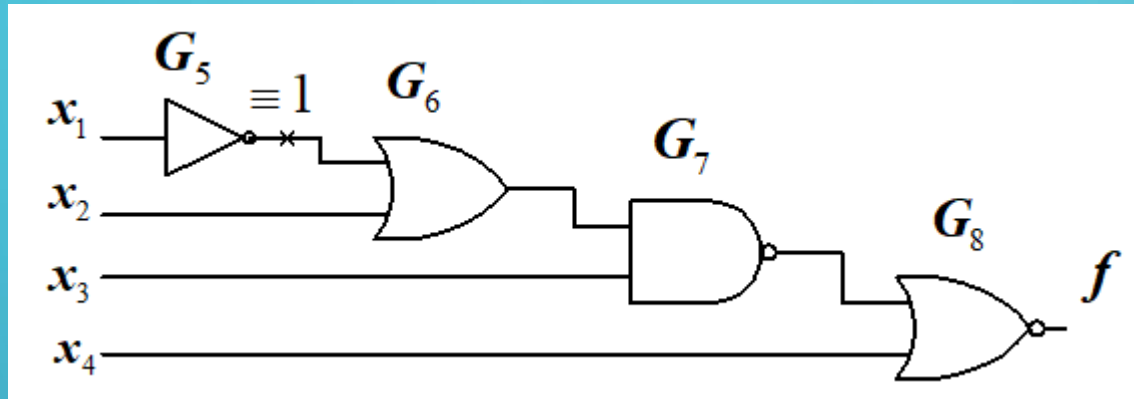
# SENSIBILIZAREA PORȚILOR LOGICE

- Pentru a sensibiliza o poartă logică cu o intrare presupusă defectă ( $a$ ), e necesar a atribui celorlalte intrări asemenea valori, încât valoarea ieșirii să depindă doar de valoarea lui  $a$ .



- Pentru AND, NAND, valoarea de sensibilizare este 1, deoarece  $F=a*1=a$ ,  $F=\overline{a*1}=\bar{a}$ ,
- Pentru OR, NOR, valoarea de sensibilizare este 0, deoarece  $F=a+0=a$ ,  $F=\overline{a+0}=\bar{a}$ ,
- Pentru XOR, XNOR, valoarea de sensibilizare poate fi atât 0 cât și 1,
- deoarece  $F=a \oplus 0=a$ ,  $F=a \oplus 1=\bar{a}$ ,

## PROCEDURA DE ACTIVARE A UNEI CĂI DE PROPAGARE A DEFECTULUI $G_5 \equiv 1$



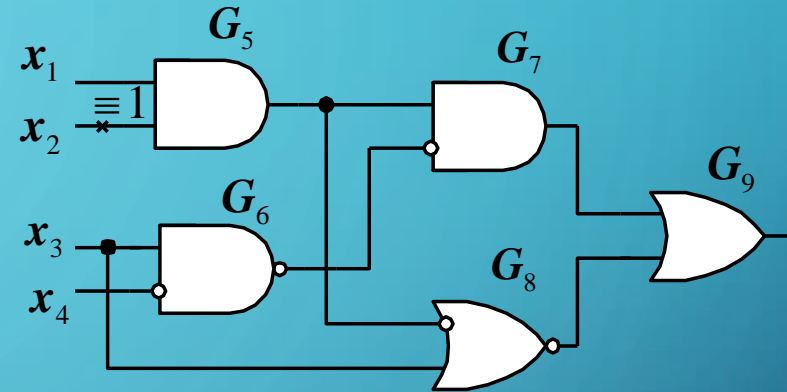
1. Condiția de manifestare a defectului  $G_5 \equiv 1$  este  $G_5 = 0$ . Pentru aceasta vom considera  $x_1 = 1$ .
2. Condiția de sensibilizare pentru poarta logică  $G_6$  este  $x_2 = 0$ , pentru poarta logică  $G_7$ :  $x_3 = 1$  și pentru poarta logică  $G_8$ :  $x_4 = 0$ .

În urma activării căii (6, 7, 8) am obținut următorul test:

$$T_{G_5 \equiv 1} = (x_1, x_2, x_3, x_4; f) = (1, 0, 1, 0; 0).$$

# DETECTAREA DEFECTELOR ÎN CIRCUITE ARBITRARE

- Defectului  $x_2 \equiv 1$  pe calea (5, 8, 9)



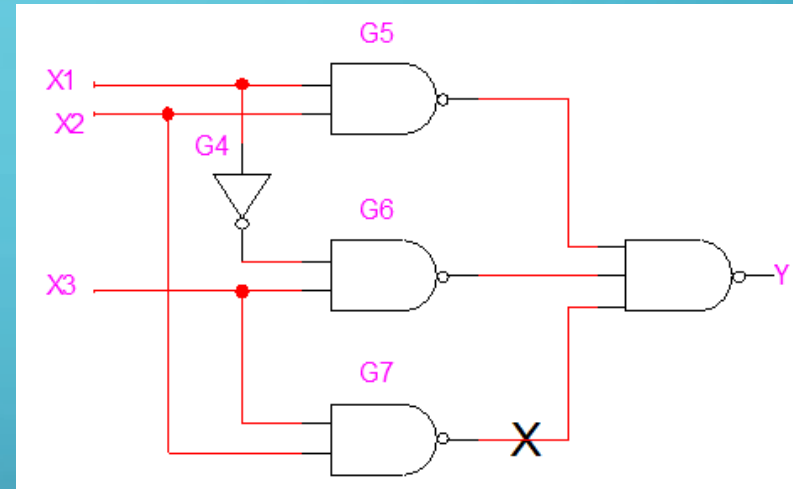
| Nr | Intrări primare |       |       |       | Conexiuni interne |       |       |       | Ieșire primară | Comentariu     |
|----|-----------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|----------------|----------------|
|    | $x_1$           | $x_2$ | $x_3$ | $x_4$ | $G_5$             | $G_6$ | $G_7$ | $G_8$ | $G_9$          |                |
| 1  |                 | 0     |       |       |                   |       |       |       |                | $x_2=0$        |
| 2  | 1               | 0     |       |       | 0                 |       |       |       |                | Sensib. $G_5$  |
| 3  |                 |       | 0     |       | 0                 |       | 0     |       |                | Sensib. $G_8$  |
| 4  |                 |       |       |       |                   |       | 0     | 0     | 0              | Sensib. $G_9$  |
| 5  |                 |       |       |       | 0                 | 1     | 0     |       |                | $G_6=1$        |
| 6  |                 |       | 0     | *     |                   | 1     |       |       |                | $x_3=0$        |
|    | 1               | 1     | 0     | *     | 0                 | 1     | 0     | 0     | 0              | Testul obținut |



# CAZUL CIRCUITELOR REDUNDANTE

Metoda activării unei căi nu conduce întotdeauna pentru orice tip de circuit la un test de diagnostic. De exemplu, dacă un circuit conține porți logice redundante, acestea nu pot fi testate.

$$F = x_1x_2 + \bar{x}_1x_3 + x_2x_3$$

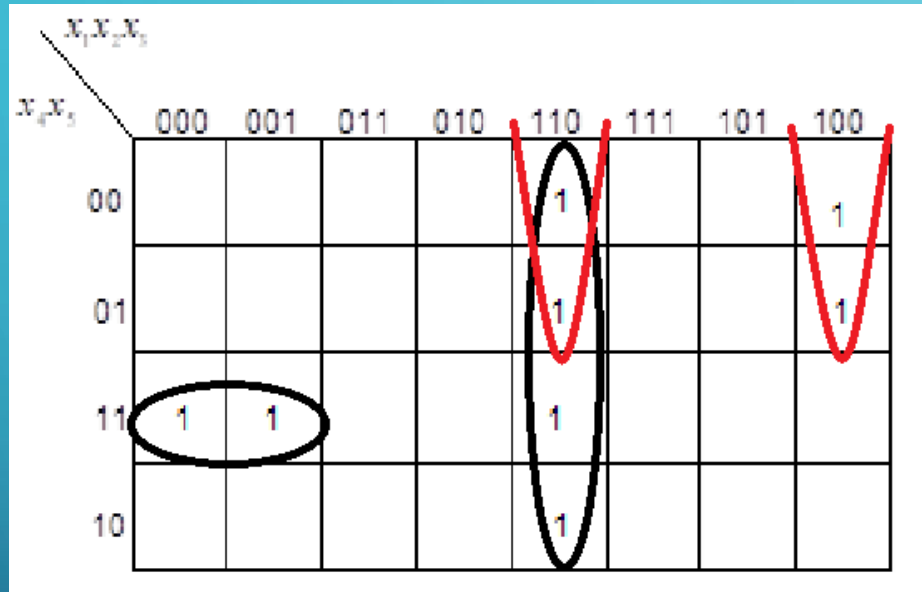


| Def.           | Intr. Pr. |   |          | Conexiuni interne |   |          |          | Ieșiri pr. | Calea |
|----------------|-----------|---|----------|-------------------|---|----------|----------|------------|-------|
|                | 1         | 2 | 3        | 4                 | 5 | 6        | 7        | 8          |       |
| $G_7 \equiv 1$ | 0         | 1 | <u>1</u> | <u>1</u>          | 1 | <u>1</u> | <u>0</u> | 1          | 7, 8  |

Conflictul apare deoarece nodul  $G_6$  nu poate fi setat în 1.

# EXEMPLU DE GENERARE A TESTELOR PENTRU UN CLC ARBITRAR

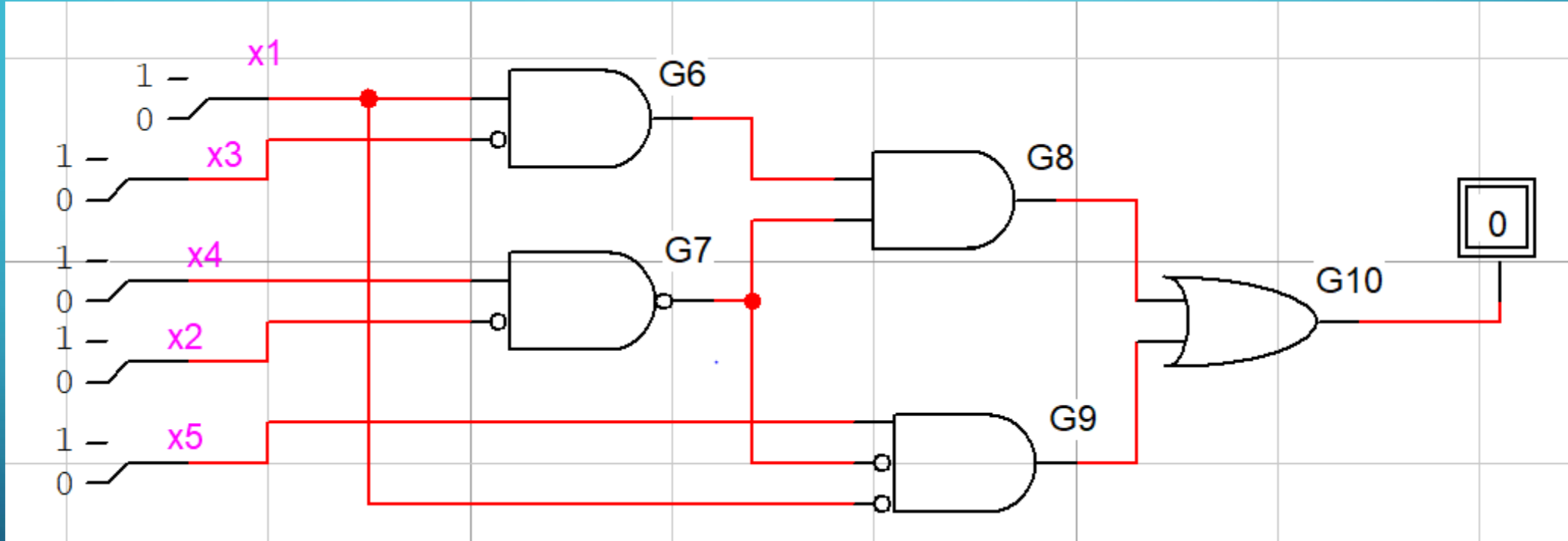
$$f = \sum(3, 7, 16, 17, 24, 25, 26, 27).$$

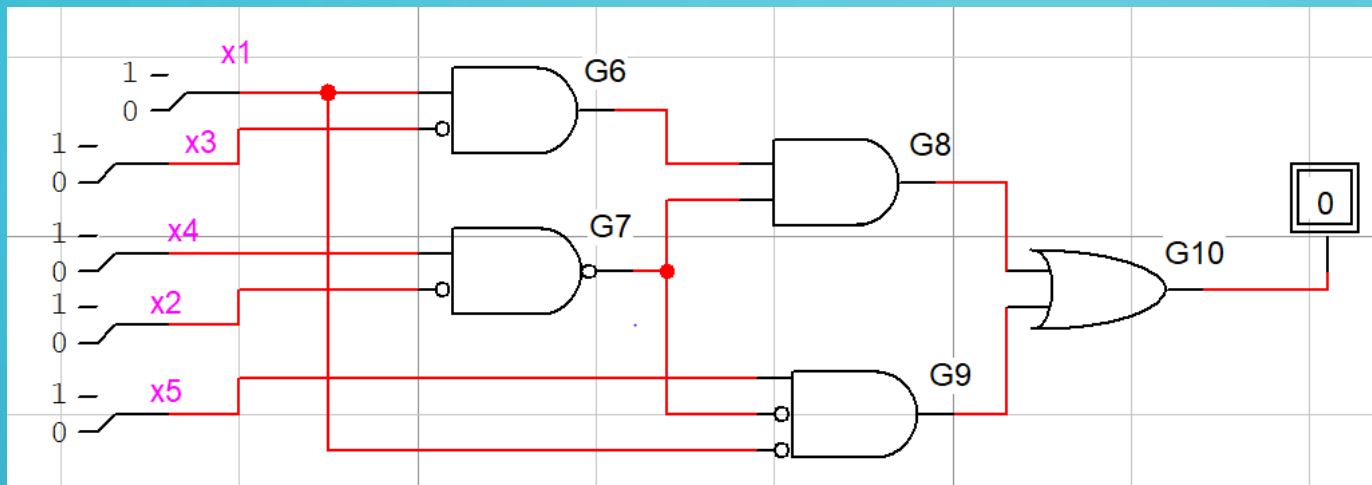


$$F = x_1x_2\bar{x}_3 + x_1\bar{x}_3\bar{x}_4 + \bar{x}_1\bar{x}_2x_4x_5 = x_1\bar{x}_3(\overline{x_2 + \bar{x}_4}) + \bar{x}_2x_4\bar{x}_1x_5 = x_1\bar{x}_3\bar{x}_2x_4 + \bar{x}_2x_4\bar{x}_1x_5$$



$$F = x_1 x_2 \bar{x}_3 + x_1 \bar{x}_3 \bar{x}_4 + \bar{x}_1 \bar{x}_2 x_4 x_5 = x_1 \bar{x}_3 (\overline{x_2 + \bar{x}_4}) + \bar{x}_2 x_4 \bar{x}_1 x_5 = x_1 \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_4 + \bar{x}_2 x_4 \bar{x}_1 x_5$$

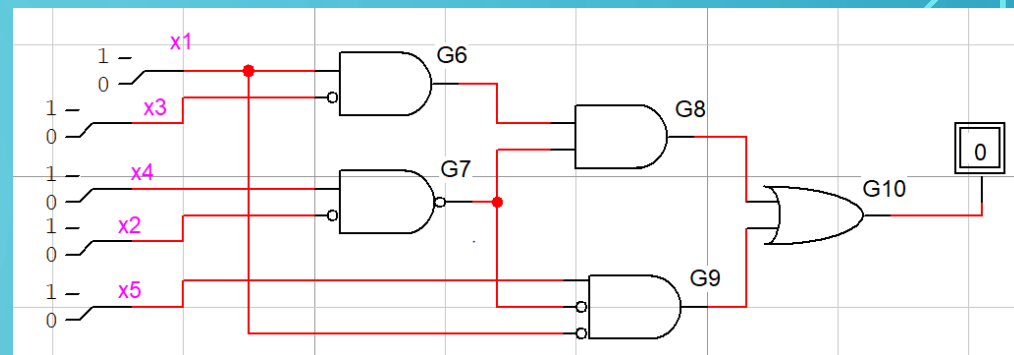




Tabelul inițial al testelor

| Nr. | Def.           | Intrări primare |       |       |       |       | Conex. Interne |   |   |   | Ieș.pr. | Calea  |
|-----|----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|----------------|---|---|---|---------|--------|
|     |                | $x_1$           | $x_2$ | $x_3$ | $x_4$ | $x_5$ | 6              | 7 | 8 | 9 | 10      |        |
| 1   | $x_1 \equiv 0$ | <b>1</b>        | 1/*   | 0     | */0   | *     | 1              | 1 | 1 | 0 | 1       | 6,8,10 |
| 2   | $x_1 \equiv 0$ | <b>1</b>        | 0     | *     | 1     | 1     | *              | 0 | 0 | 0 | 0       | 9,10   |
| 3   | $x_1 \equiv 1$ | <b>0</b>        | 1/*   | 0     | */0   | *     | 0              | 1 | 0 | 0 | 0       | 6,8,10 |
| 4   | $x_1 \equiv 1$ | <b>0</b>        | 0     | *     | 1     | 1     | *              | 0 | 0 | 1 | 1       | 9,10   |

| Nr. | Def.           | Intrări primare |                |                |                |                | Conex. Interne |   |   |   | Ieș.pr. | Calea  |
|-----|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|---|---|---------|--------|
|     |                | x <sub>1</sub>  | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> | 6              | 7 | 8 | 9 | 10      |        |
| 5   | $x_2 \equiv 0$ | 1               | <b>1</b>       | 0              | 1              | *              | 1              | 1 | 1 | 0 | 1       | 7,8,10 |
| 6   | $x_2 \equiv 0$ | 0               | <b>1</b>       | *              | 1              | 1              | 0              | 1 | 0 | 0 | 0       | 7,9,10 |
| 7   | $x_2 \equiv 1$ | 1               | <b>0</b>       | 0              | 1              | *              | 1              | 0 | 0 | 0 | 0       | 7,8,10 |
| 8   | $x_2 \equiv 1$ | 0               | <b>0</b>       | *              | 1              | 1              | 0              | 0 | 0 | 1 | 1       | 7,9,10 |
| 9   | $x_3 \equiv 0$ | 1               | 1/*            | <b>1</b>       | */0            | *              | 0              | 1 | 0 | 0 | 0       | 6,8,10 |
| 10  | $x_3 \equiv 1$ | 1               | 1/*            | <b>0</b>       | */0            | *              | 1              | 1 | 1 | 0 | 1       | 6,8,10 |
| 11  | $x_4 \equiv 0$ | 1               | 0              | 0              | <b>1</b>       | *              | 1              | 0 | 0 | 0 | 0       | 7,8,10 |
| 12  | $x_4 \equiv 0$ | 0               | 0              | *              | <b>1</b>       | 1              | 0              | 0 | 0 | 1 | 1       | 7,9,10 |
| 13  | $x_4 \equiv 1$ | 1               | 0              | 0              | <b>0</b>       | *              | 1              | 1 | 1 | 0 | 1       | 7,8,10 |
| 14  | $x_4 \equiv 1$ | 0               | 0              | *              | <b>0</b>       | 1              | 0              | 1 | 0 | 0 | 0       | 7,9,10 |
| 15  | $x_5 \equiv 1$ | 0               | 0              | *              | 1              | <b>0</b>       | 0              | 0 | 0 | 0 | 0       | 9,10   |
| 16  | $x_5 \equiv 0$ | 0               | 0              | *              | 1              | <b>1</b>       | 0              | 0 | 0 | 1 | 1       | 9,10   |



### Testele minimizate

| Nr. | Nr. testelor inițiale | Teste cu toate valorile definite | Defectele detectate          |
|-----|-----------------------|----------------------------------|------------------------------|
|     |                       | $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5; 10$    |                              |
| 1   | 1,5,10                | 1,1,0,1,0,1                      | $x_1=0, x_2=0, x_3=1$        |
| 2   | 2,7,11                | 1,0,0,1,1,0                      | $x_1=0, x_2=1, x_4=0$        |
| 3   | 3,6                   | 0,1,0,1,1,0                      | $x_1=0, x_4=0, x_5=0$        |
| 4   | 4,8,12,16             | 0,0,0, 1,1,1                     | $x_1=1, x_2=1, x_4=0, x_5=0$ |
| 5   | 9                     | 1,1,1,0,0,0                      | $x_3=0$                      |
| 6   | 13                    | 1,0,0,0,0,1                      | $x_4=1$                      |
| 7   | 14                    | 0,0,0,0,1,0                      | $x_4=1$                      |
| 8   | 16                    | 0,0,0,1,0,0                      | $x_5=1$                      |