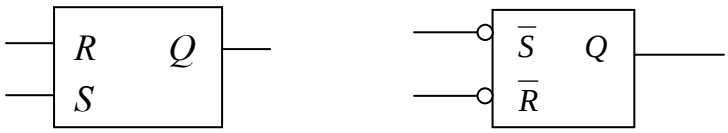
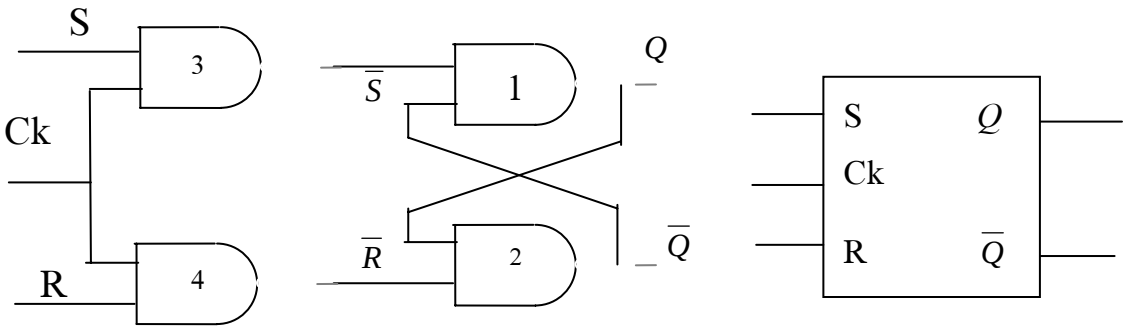


b. FF đồng bộ

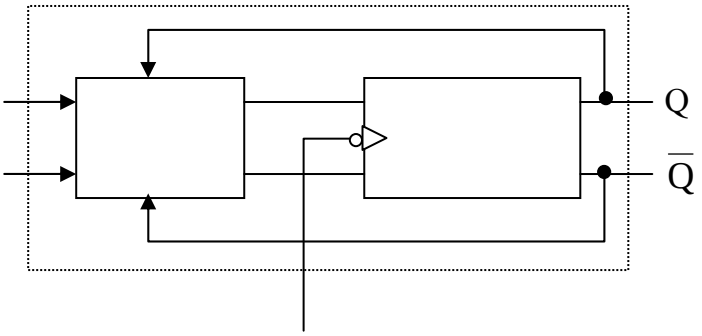
Xét sơ đồ RSFF đồng bộ với sơ đồ mạch, ký hiệu và bảng trạng thái hoạt động như hình vẽ:



S	R	Ck	Q
X	X	0	Q
0	0	1	Q
0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	1	X

Trong đó: Ck là tín hiệu điều khiển đồng bộ hay tín hiệu đồng hồ (Clock). Khảo sát hoạt động của mạch:

- Ck = 0: cổng NAND 3 và 4 khóa không cho dữ liệu đưa vào. Vì cổng NAND 3 và 4 đều có ít nhất một ngõ vào Ck = 0 $\Rightarrow \overline{S} = \overline{R} = 1 \Rightarrow Q = Q_0$ (FF giữ nguyên trạng thái cũ).
- Ck = 1: cổng NAND 3 và 4 mở. Ngõ ra Q sẽ thay đổi tùy thuộc vào trạng thái của S và R.



- TFF $\rightarrow$ RSFF:

  RSFF có pt: $\begin{cases} Q^{n+1} = S^n + \overline{R^n}\,Q^n \quad (1) \\ S^n R^n = 0 \quad \text{(điều kiện của RSFF)} \end{cases}$

  TFF có pt: $Q^{n+1} = T^n \oplus Q^n$ (2)

  So sánh (1) và (2) ta có:

  $S^n + \overline{R^n}\,Q^n = T^n \oplus Q^n$

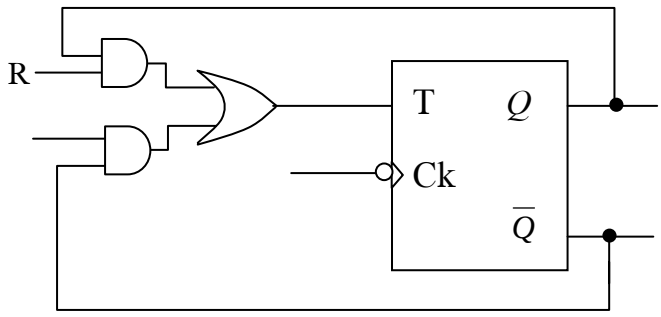
  Theo tính chất của phép toán XOR, ta có:

  $$T^n = Q^n \oplus (S^n + \overline{R^n}\,Q^n) = Q^n\,\overline{(S^n + \overline{R^n} Q^n)} + \overline{Q^n}(S^n + \overline{R^n}\,Q^n)$$

  $$Q^n\,\overline{S^n} R^n + S^n \overline{Q^n} = Q^n\,\overline{S^n} R^n + S^n \overline{Q^n} + S^n R^n = Q^n R^n + S^n \overline{Q^n}$$

  Vậy: $T^n = Q^n R^n + S^n \overline{Q^n}$

  Sơ đồ mạch thực hiện:



- TFF$\rightarrow$ DFF:

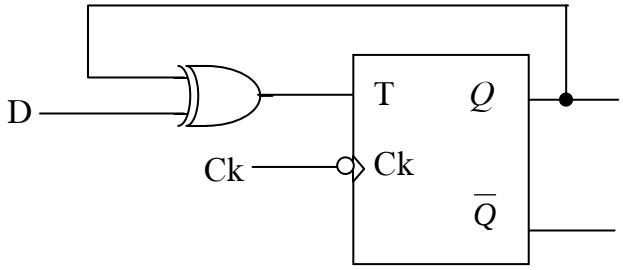
  DFF có phương trình logic: $Q^{n+1} = D^n$

  TFF có phương trình logic: $Q^{n+1} = T^n \oplus Q^n$

  Đồng nhất 2 phương trình: $D^n = T^n \oplus Q^n$

  Theo tính chất của phép XOR ta suy ra: $T^n = D^n \oplus Q^n$

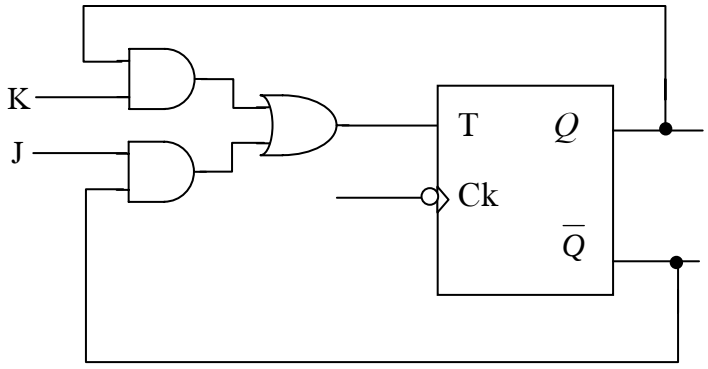
Sơ đồ mạch thực hiện:



- TFF→ DFF: Thực hiện biến đổi hoàn toàn tương tự (như trường hợp chuyển đổi từ TFF sang RSFF) ta có logic chuyển đổi:

$$T^n = K^nQ^n + J^n\overline{Q^n}$$

Sơ đồ mạch chuyển đổi từ TFF sang JKFF



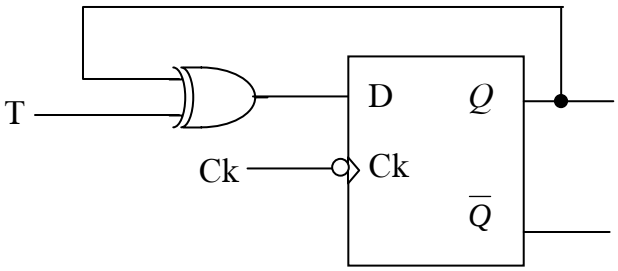
- DFF→ TFF:

DFF có phương trình logic: $Q^{n+1} = D^n$

TFF có phương trình logic: $Q^{n+1} = T^n \oplus Q^n$

Đồng nhất 2 phương trình ta có: $D^n = T^n \oplus Q^n$

Sơ đồ mạch thực hiện chuyển đổi (hình 3.72):

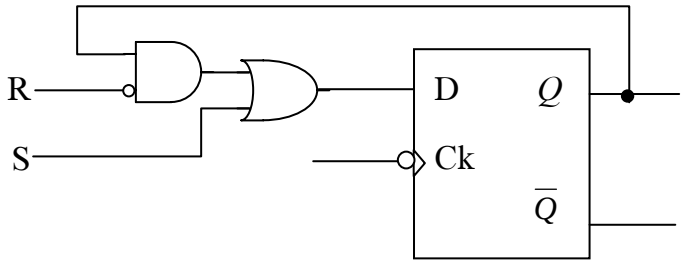


- DFF→ RSFF:

RSFF có phương trình logic: $Q^{n+1} = S^n + \overline{R^n}\,Q^n$

Đồng nhất với phương trình của DFF ta có: $D^n = S^n + \overline{R^n}\,Q^n$

Sơ đồ mạch thực hiện chuyển đổi:

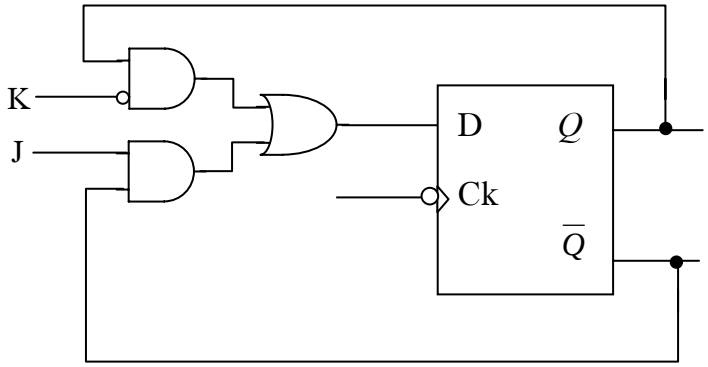


- DFF→ JKFF:

Hoàn toàn tương tự ta có logic chuyển đổi từ DFF sang JKFF:

$$D^n = J^n \overline{Q^n} + \overline{K^n} Q^n$$

Sơ đồ mạch chuyển đổi trên hình 3.74:



RSFF có pt: $\begin{cases} Q^{n+1} = S^n + \overline{R^n} Q^n \\ S^n R^n = 0 \end{cases}$ (điều kiện của RSFF)

Khi thực hiện chuyển đổi từ RSFF sang các FF khác cần kiểm tra điều kiện ràng buộc của RSFF đó là:

- RSFF→ TFF:

TFF có phương trình logic: $Q^{n+1} = T^n \oplus Q^n$

Đồng nhất với phương trình của RSFF ta có:

$$S^n + \overline{R^n} Q^n = T^n \oplus Q^n = T^n \overline{Q^n} + \overline{T^n} Q^n$$

Từ biểu thức này, nếu ta đồng nhất:

$$\begin{cases} S^n = T^n \overline{Q^n} \\ R^n = T^n \end{cases}$$

thì suy ra:

$$S^n R^n = T^n \overline{Q^n} . T^n = T^n \overline{Q^n} \neq 0$$

nên không thỏa mãn điều kiện của RSFF.

Thực hiện biến đổi tiếp:

$$S^n + \overline{R^n}\,Q^n = T^n\overline{Q^n} + \overline{T^n}\,Q^n = T^n\overline{Q^n} + \overline{T^n}\,Q^n + \overline{Q^n}\,Q^n$$

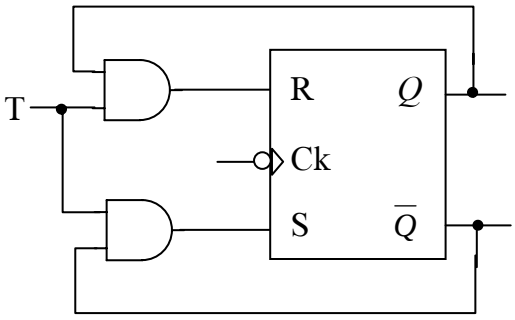
$$S^n + \overline{R^n}\,Q^n \quad T^n\overline{Q^n} + (\overline{T^n} + \overline{Q^n})Q^n = T^n\overline{Q^n} + \overline{T^n Q^n}\,Q^n$$

Đồng nhất 2 vế ta có:

$$\begin{cases} S^n = T^n\overline{Q^n} \\ R^n \quad T^n Q^n \end{cases}$$

thỏa mãn điều kiện: $R^nS^n = 0$.

Sơ đồ thực hiện: hình 3.75.



RSFF→ DFF: $Q^{n+1} = D^n$

Đồng nhất 2 phương trình: $S^n + \overline{R^n}\,Q^n = D^n$

Thực hiện biến đổi:

$$S^n + \overline{R^n}\,Q^n = D^n = D^n(Q^n + \overline{Q^n}) = D^nQ^n \quad D^n\overline{Q^n} \qquad (a)$$

Mặt khác biểu thức của RSFF có thể biến đổi như sau:

$$S^n + \overline{R^n}\,Q^n = S^n(Q^n + \overline{Q^n}) + \overline{R^n}\,Q^n = S^nQ^n + S^n\overline{Q^n} + \overline{R^n}\,Q^n$$

$$S^nQ^n(R^n + \overline{R^n}) + S^n\overline{Q^n} + \overline{R^n}\,Q^n$$

$$S^nQ^n\,\overline{R^n} + S^n\overline{Q^n} + \overline{R^n}\,Q^n$$

$$\overline{R^n}\,Q^n(1 + S^n) + S^n\overline{Q^n}$$

$$\overline{R^n}\,Q^n + S^n\overline{Q^n} \qquad (b)$$

Từ (a) và (b) ta có:

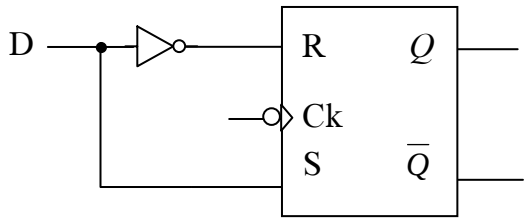
$$D^nQ^n \quad D^n\overline{Q^n} = \overline{R^n}\,Q^n + S^n\overline{Q^n}$$

Đồng nhất 2 vế suy ra:

$$\begin{cases} S^n = D^n \\ R^n = \overline{D^n} \end{cases}$$

thỏa mãn điều kiện $R^nS^n = 0$.

Sơ đồ thực hiện: hình 3.76.



→

RSFF→ JKFF:

Đồng nhất 2 phương trình logic của RSFF và JKFF ta có:

$$Q^{n+1} = S^n + \overline{R^n}\,Q^n = J^n\,\overline{Q^n} + \overline{K^n}\,Q^n$$

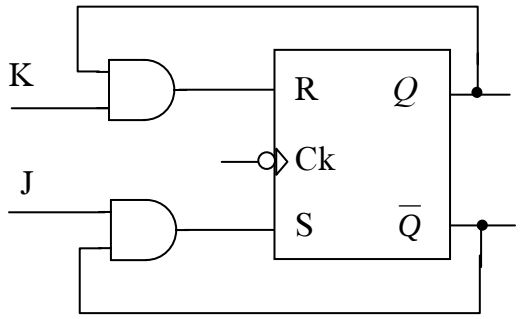
$$J^n\,\overline{Q^n} + \overline{K^n}\,Q^n + Q^n\overline{Q^n} = J^n\,\overline{Q^n} + (\overline{K^n} + \overline{Q^n})Q^n \quad J^n\,\overline{Q^n} + \overline{K^nQ^n}\,Q^n$$

So sánh ta có:

$$\begin{cases} S^n = J^n\overline{Q^n} \\ R^n = K^nQ^n \end{cases}$$

thỏa mãn điều kiện của RSFF.

Sơ đồ thực hiện: hình 3.77.



→

Như đã trình bày ở trên, JKFF là một FF vạn năng, có thể dùng JKFF để thay thế cho RSFF hoặc dùng JKFF thực hiện chức năng DFF, TFF. Sơ đồ thực hiện các mạch này như ở hình 3.67. Phần này tập trung chứng minh các biểu thức logic chuyển đổi từ JKFF sang các FF khác.

JKFF có phương trình logic: $Q^{n+1} = J^n\overline{Q^n} + \overline{K^n}Q^n$

JKFF→ TFF:

TFF có phương trình logic: $Q^{n+1} = T^n \oplus Q^n = T^n\overline{Q^n} + \overline{T^n}Q^n$

So sánh với phương trình của JKFF ta suy ra logic chuyển đổi:

$$\begin{cases} J^n = T^n \\ K^n = T^n \end{cases}$$

JKFF→ DFF:

DFF có phương trình logic: $Q^{n+1} = D^n$

Viết lại biểu thức này ta có: $Q^{n+1} = D^n = D^n(Q^n + \overline{Q^n}) = D^nQ^n + D^n\overline{Q^n}$

So sánh với biểu thức của JKFF ta có logic chuyển đổi:

$$\begin{cases} J^n = D^n \\ K^n = \overline{D^n} \end{cases}$$

JKFF→ RSFF:

Đối với RSFF có phương trình logic đã tìm được ở công thức (b):

$$Q^{n+1} = S^n + \overline{R^n}Q^n = S^n\overline{Q^n} + \overline{R^n}Q^n \qquad (b)$$

So sánh với phương trình logic của JKFF ta có logic chuyển đổi:

$$\begin{cases} J^n = S^n \\ K^n = R^n \end{cases}$$

b. Phương pháp dùng bảng đầu vào kích và bảng Karnaugh:

Trong phương pháp này, các đầu vào data của FF ban đầu là hàm ra với các biến là trạng thái ngõ ra Q^n và các đầu vào data của FF cần chuyển đổi. Để thực hiện chuyển đổi ta dựa vào bảng tín hiệu đầu vào kích của các FF và lập bảng Karnaugh, thực hiện tối giản để tìm logic chuyển đổi. Bảng tín hiệu đầu vào kích tổng hợp như sau:

0	0	0	X	0	X	0	0
0	1	1	0	1	X	1	1
1	0	0	1	X	1	1	0
1	1	X	0	X	0	0	1

Xét các trường hợp cụ thể:

chuyển đổi từ JKFF → TFF : $J = f(T, Q^n)$ và $K = f(T, Q^n)$

chuyển đổi từ JKFF → DFF : $J = f(D, Q^n)$ và $K = f(D, Q^n)$

chuyển đổi từ JKFF → RSFF : $J = f(S, R, Q^n)$ và $K = f(S, R, Q^n)$

chuyển đổi từ RSFF → TFF : $R = f(T, Q^n)$ và $S = f(T, Q^n)$

chuyển đổi từ RSFF → DFF : $R = f(D, Q^n)$ và $S = f(D, Q^n)$

chuyển đổi từ RSFF → JKFF : $R = f(J, K, Q^n)$ và $S = f(J, K, Q^n)$

chuyển đổi từ TFF → DFF : $T = f(D, Q^n)$

chuyển đổi từ TFF → RSFF : $T = f(R, S, Q^n)$

chuyển đổi từ TFF → JKFF : $T = f(J, K, Q^n)$

chuyển đổi từ DFF → TFF : $D = f(T, Q^n)$

chuyển đổi từ DFF → RSFF : $D = f(R, S, Q^n)$

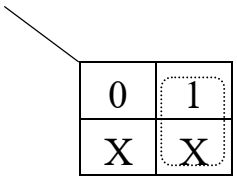
chuyển đổi từ DFF → JKFF : $D = f(J, K, Q^n)$

Chuyển đổi từ JKFF → DFF dùng phương pháp bảng.

Ta có các hàm cần tìm:

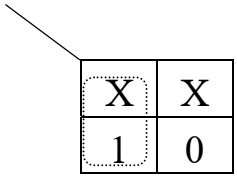
$J = f(D, Q^n)$ và $K = f(D, Q^n)$

Dựa vào bảng đầu vào kích tổng hợp ta lập bảng Karnaugh:



0	1
X	X

J = D



X	X
1	0

K = $\overline{D}$

Tối giản theo dạng chính tắc 1 ta có: J = D và K = $\overline{D}$.

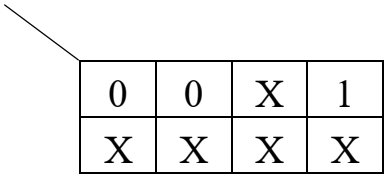
Chuyển đổi từ JKFF → RSFF dùng phương pháp bảng.

Ta có các hàm cần tìm:

J = f (S, R, Q^n)

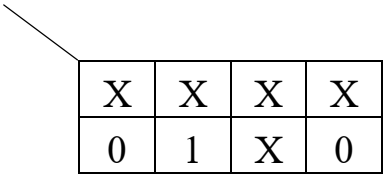
K = f (S, R, Q^n)

Dựa vào bảng đầu vào kích tổng hợp ta lập bảng Karnaugh:



0	0	X	1
X	X	X	X

J = S



X	X	X	X
0	1	X	0

K = R

Tối giản theo dạng chính tắc 1 ta có: J = S và K = R.

Các trường hợp chuyển đổi còn lại cũng hoàn toàn tương tự và kết quả chuyển đổi của cả 2 phương pháp (phương pháp biến đổi trực tiếp và phương pháp lập bảng Karnaugh) hoàn toàn giống nhau.