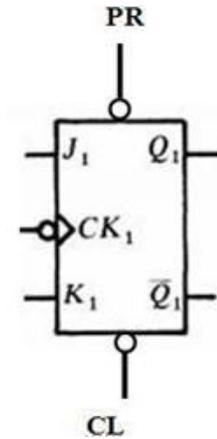


CONTATORI

CONSIDERIAMO IL SEGUENTE FLIP FLOP:



QUESTO FLIP FLOP JK MOSTRA DUE INGRESSI ASINCRONI, IL **PRESET (PR)** ED IL **CLEAR (CL)**

ENTRAMBI GLI INGRESSI SONO ATTIVI BASSI (IL PALLINO VUOL DIRE ATTIVO BASSO):

- IL **CLEAR** ATTIVO FA ASSUMERE AI FLIP FLOP $Q = 0$ E $\bar{Q} = 1$
- IL **PRESET** ATTIVO FA ASSUMERE AI FLIP FLOP $Q = 1$ E $\bar{Q} = 0$

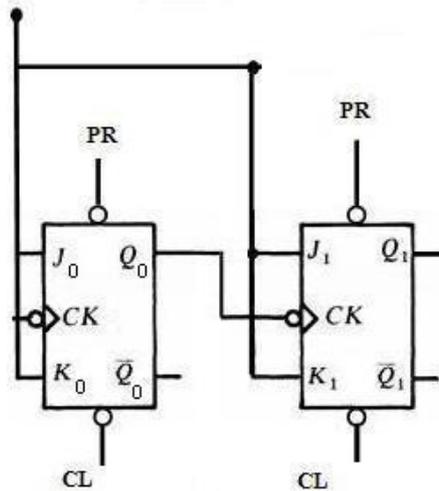
DOPO QUESTA PREMESSA STUDIAMO I CONTATORI E/O I DIVISORI

I CONTATORI SI CLASSIFICANO IN:

- **CONTATORI ASINCRONI:**
 - UP
 - DOWN
- **CONTATORI SINCRONI:**
 - UP
 - DOWN

NOTA BENE: PER UN FLIP FLOP JK, LA FREQUENZA DI Q E' LA META' DELLA FREQUENZA DI CLOCK.

PRENDIAMO UN ALTRO FLIP FLOP J - K E LO COLLEGHIAMO IN SERIE. I DUE FLIP FLOP DIVIDONO PER 4 (1 FF JK DIVIDE PER 2), INFATTI, IL SECONDO FFJK DIVIDE PER DUE IL SEGNALE USCENTE DAL PRIMO FLIP FLOP. CON 3 FFJK DIVIDIAMO PER 8



NUMERO COLPI DI CLOCK	Q ₁	Q ₀
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1
4	0	0

OGNI 4 COLPI DI CLOCK, Q₁ E Q₀ RITORNANO AL SEGNALE DI PARTENZA

SE SI CONTANO I COLPI NECESSARI PER RITORNARE ALLA SITUAZIONE DI PARTENZA SI REALIZZA UN CONTATORE.

QUESTI CONTATORI SONO:

- CONTATORI BINARI (CONTANO COME POTENZE DEL 2) E FINO A 2^N DOVE N = NUMERO DI FLIP FLOP JK;
- CONTATORI ASINCRONI PERCHÉ LE COMMUTAZIONI NON DIPENDONO DA CK, MA DA Q₀ E Q₁; QUINDI I CONTATORI SERVONO PER CONTARE A POTENZE DEL 2 (2, 4, 8, 16); QUINDI NON LI POSSIAMO USARE PER CONTARE AD ESEMPIO FINO A 10.

CONTATORI ASINCRONI UP

PROGETTARE UN CONTATORE ASINCRONO UP MODULO 10

SI TRATTA DI UN CONTATORE DECIMALE CHE CONTA DA 0 A 9 ED AL SUCCESSIVO COLPO TORNA A 0).

PER REALIZZARLO BISOGNA SEGUIRE I SEGUENTI PASSI:

1° PASSO) CALCOLARE IL NUMERO DI FLIP FLOP NECESSARI UTILIZZANDO LA SEGUENTE FORMULA: $N \geq \log_2 \text{MODULO}$

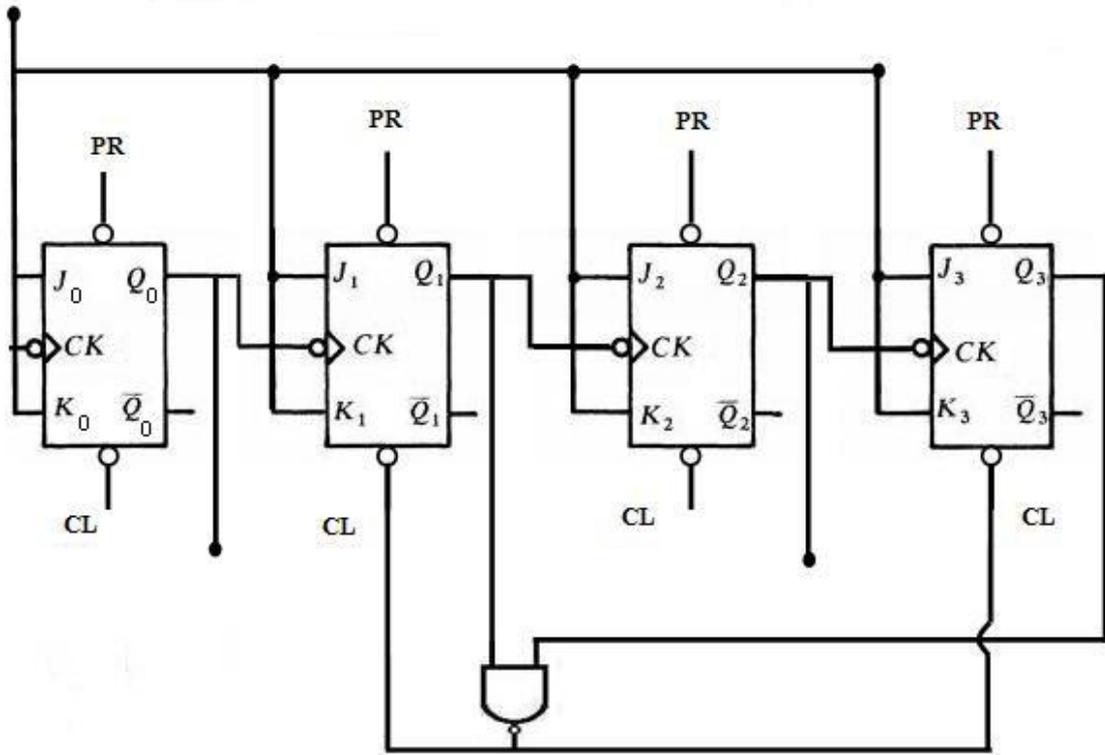
IN QUESTO CASO $N \geq \log_2 10$, QUINDI $N = 4$, SICCOME N DEVE ESSERE UN NUMERO INTERO, DOBBIAMO CONSIDERARE L'INTERO IMMEDIATAMENTE SUCCESSIVO A 3, QUINDI IL NUMERO DI FLIP FLOP JK = 4.

2° PASSO) SCRIVIAMO LA TABELLA DELLE COMBINAZIONI INCREMENTANDO IL CONTEGGIO DA ZERO FINO A 9 (INFATTI IL MODULO E' 10 ED IL CONTATORE E' ASINCRONO UP PER CUI CONTA DA "0" A "9")

CONTEGGIO UP				
DECIMALE	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
.....				
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0

3° PASSO) TEORICAMENTE CON 4 FLIP FLOP IL CONTATORE POTREBBE CONTARE FINO A 15 IN DECIMALE (INFATTI CON 4 BIT IL NUMERO MAGGIORE CHE SI PUO' FORMARE E' 1111); QUINDI, OCCORRE MODIFICARE IL CONTATORE IN MODO CHE, ARRIVATO AL NUMERO 1001 (9 IN DECIMALE), ESSO RIPARTA DA ZERO, PERTANTO, LE USCITE $Q_3 = 1$ E $Q_1 = 1$ DEVONO ESSERE AZZERATE. TALI USCITE VANNO PORTATE ALL'INGRESSO DI UNA PORTA OPPORTUNA (IN QUESTO CASO UNA PORTA NAND) E L'USCITA DELLA NAND VA COLLEGATA AL CLEAR DEGLI FF3 E FF1 IN MODO DA RENDERE $Q_3 = 0$ E $Q_1 = 0$ (RICORDA CHE IL CLEAR PORTA L'USCITA $Q = 0$ E \overline{Q} A 1).

V_{CC}



CONTATORI ASINCRONI DOWN (DETTI ANCHE CONTATORI A DECREMENTO)

I^a SOLUZIONE:

SE LE Q RAPPRESENTANO IL CONTEGGIO ALTO (UP), PER PROGETTARE UN CONTATORE ASINCRONO DOWN DOBBIAMO PRENDERE IN CONSIDERAZIONE LE \bar{Q}

CONTEGGIO UP				
DECIMALE	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
.....				
.....				

CONTEGGIO DOWN				
DECIMALE	\bar{Q}_3	\bar{Q}_2	\bar{Q}_1	\bar{Q}_0
15	1	1	1	1
14	1	1	1	0
13	1	1	0	1
12	1	1	0	0
11	1	0	1	1
.....				
.....				

II^a SOLUZIONE:

MODIFICHIAMO IL CIRCUITO TOGLIENDO I PALLINI DAI CLOCK; CON QUESTA MODIFICA FACCIAMO SCATTARE I FLIP FLOP SUL FRONTE DI SALITA, PERTANTO QUANDO UN FLIP FLOP COMMUTA DA "0" A "1", CONSENTE ANCHE LA COMMUTAZIONE DELL'USCITA SUCCESSIVA.

DEC	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	
0	0	0	0	0	← PARTIAMO DA TUTTI GLI FF A "0"
15	1	1	1	1	← I° COLPO DI CLOCK: Q ₀ COMMUTA DA "0" A "1", SCATTANO A CASCATA LE ALTRE USCITE Q DA "0" A "1"
14	1	1	1	0	← II° COLPO DI CLOCK: Q ₀ COMMUTA DA "1" A "0", LE ALTRE USCITE Q NON COMMUTANO
13	1	1	0	1	← III° COLPO DI CLOCK: Q ₀ COMMUTA DA "0" A "1", Q ₁ COMMUTA DA "1" A "0", Q ₂ E Q ₃ NON COMMUTANO
12	1	1	0	0	← IV° COLPO DI CLOCK: Q ₀ COMMUTA DA "1" A "0", Q ₁ Q ₂ E Q ₃ NON COMMUTANO
.....					
.....					
NOTA: BISOGNA ARRIVARE A 0000 (ZERO)					

ESEMPIO:

PROGETTARE UN CONTATORE ASINCRONO DOWN MODULO 10

LA PRIMA COSA DA FARE E' QUELLA DI DECIDERE SE VOGLIAMO REALIZZARE IL CONTATORE UTILIZZANDO LA SOLUZIONE 1 O 2.

REALIZZIAMOLO UTILIZZANDO LA SOLUZIONE 1 E QUINDI DOBBIAMO RAGIONARE CON LE USCITE \bar{Q} (Q NEGATE).

NOTA BENE: SE DECREMENTIAMO LE \bar{Q} , NEL CIRCUITO DOBBIAMO METTERE I PALLINI AI CLOCK.

SE DECREMENTIAMO LE Q, NEL CIRCUITO NON DOBBIAMO METTERE I PALLINI AI CLOCK.

1° PASSO) CALCOLARE IL NUMERO DI FLIP FLOP UTILIZZANDO LA SEGUENTE FORMULA: $N \geq \log_2 \text{MODULO}$

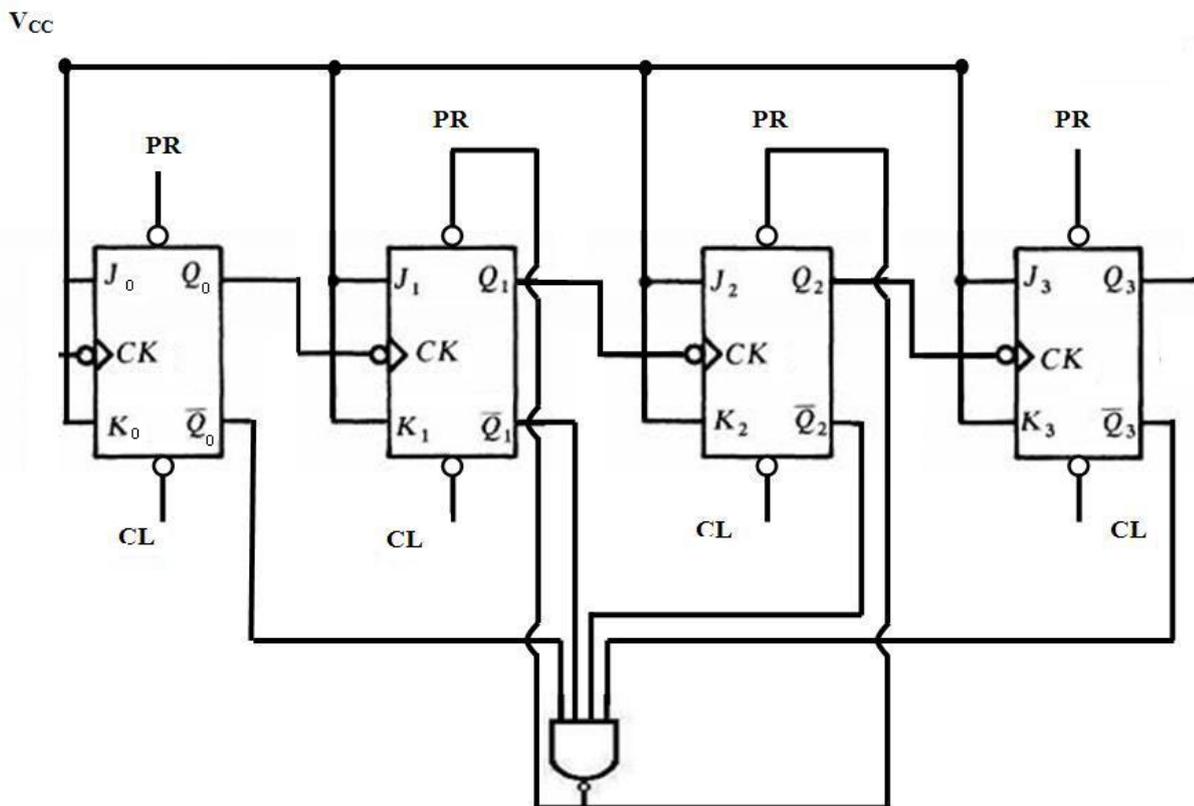
IN QUESTO CASO $N \geq \log_2 10$, QUINDI $N = 3$, SICCOME N DEVE ESSERE UN NUMERO INTERO, DOBBIAMO CONSIDERARE L'INTERO IMMEDIATAMENTE SUCCESSIVO A 3, QUINDI IL NUMERO DI FLIP FLOP JK = 4.

2° PASSO) SCRIVIAMO LA TABELLA DELLE COMBINAZIONI DECREMENTANDO A PARTIRE DAL 9 (INFATTI IL MODULO E' 10 ED IL CONTATORE E' ASINCRONO DOWN PER CUI CONTA DECREMENTANDO DA "9" A "0")

\bar{Q}_3	\bar{Q}_2	\bar{Q}_1	\bar{Q}_0
1	0	0	1
1	0	0	0
0	1	1	1
0	1	1	0
0	1	0	1
0	1	0	0
0	0	1	1
0	0	1	0
0	0	0	1
0	0	0	0
1	1	1	1

3° PASSO) ARRIVATI A 0000 (ZERO IN DECIMALE), SE NON MODIFICHIAMO IL CIRCUITO, IL CONTATORE RIPARTE DA 1111 (15 IN DECIMALE), MA IL NOSTRO CONTATORE E' MODULO 10, QUINDI DEVE RIPARTIRE DA 1001 (9 IN DECIMALE)

PERTANTO IL CONTATORE ARRIVA A 0000, AL SUCCESSIVO COLPO DI CLOCK E' NECESSARIO CHE $\overline{Q_2}$ E $\overline{Q_1}$ SIANO AZZERATI E PERTANTO TALI USCITE VANNO COLLEGATE AL PRESET (RICORDA CHE IL PRESET PORTA L'USCITA Q A 1 E \overline{Q} A 0).



CONTATORE SINCRONO

IN QUESTO TIPO DI CONTATORI TUTTI I FLIP FLOP COMMUTANO IN CONTEMPORANEA, QUINDI SONO SINCRONIZZATI TRA DI LORO.

IL SEGNALE CHE SINCRONIZZA E' IL CLOCK E QUINDI SI COLLEGA IL CLOCK A TUTTI I FLIP FLOP

ESEMPIO:

PROGETTARE UN CONTATORE SINCRONO UP MODULO 28

1° PASSO) CALCOLARE IL NUMERO DI FLIP FLOP UTILIZZANDO LA SEGUENTE FORMULA: $N \geq \log_2 \text{MODULO}$

IN QUESTO CASO $N \geq \log_2 28$, QUINDI $N = 4$, SICCOME N DEVE ESSERE UN NUMERO INTERO, DOBBIAMO CONSIDERARE L'INTERO IMMEDIATAMENTE SUCCESSIVO A 4, QUINDI IL NUMERO DI FLIP FLOP JK = 5.

2° PASSO) DISEGNARE TUTTI I FLIP FLOP E COLLEGARE TUTTI I FLIP FLOP TRAMITE I CLOCK; UNIAMO OGNI INGRESSO J CON IL CORRISPONDENTE INGRESSO K PER OGNI FLIP FLOP E PORTIAMO IL PRIMO FFJK AL VALORE ALTO (V_{cc}).

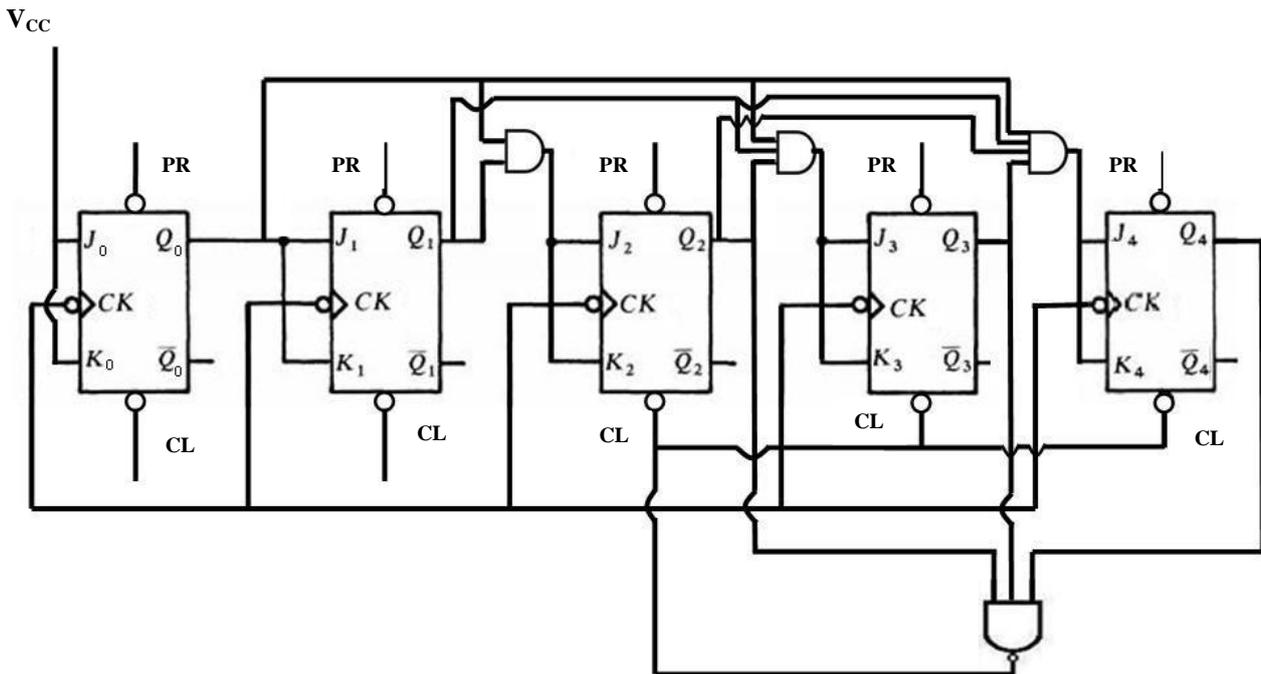
3° PASSO) SCRIVIAMO LA TABELLA DELLE COMBINAZIONI

Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	
0	0	0	0	0	← ACCENDIAMO IL DISPOSITIVO (PARTIAMO DA 0")
0	0	0	0	1	← AL SEGNALE DI CLOCK , IL PRIMO BIT COMMUTA SEMPRE
0	0	0	1	0	← Q ₁ COMMUTA DA "0" A "1" QUANDO Q ₀ = 1 QUINDI Q ₀ VA COLLEGATO A JK DEL FLIP FLOP 1.
0	0	0	1	1	
0	0	1	0	0	← Q ₂ COMMUTA QUANDO Q ₁ = 1 E Q ₀ = 1; QUINDI SE Q ₁ =1 E Q ₀ =1 SEGUE CHE Q ₂ = 1 (SI USA QUINDI UNA PORTA AND)
.....					
0	0	1	1	1	← Q ₃ COMMUTA QUANDO Q ₂ = 1, Q ₁ = 1 E Q ₀ = 1; QUINDI PRENDIAMO I TRE SEGNALI E LI PORTIAMO IN UNA PORTA AND A TRE INGRESSI. NOTA: QUEST'ULTIMA E' UNA SOLUZIONE CHE SI UTILIZZA PER PROGETTARE CONTATORI VELOCI. SE LA VELOCITA' NON INTERESSA TROPPO, SI USA UNA SOLUZIONE PIU' ECONOMICA A SCAPITO DELLA VELOCITA'. SI PRENDE L'USCITA DELLA PRIMA PORTA AND E LA SI PORTA ALL'INGRESSO DELLA SUCCESSIVA PORTA AND (SI DICE CHE LE DUE PORTE SONO COLLEGATE A CASCATA). IN CONSEGUENZA DI CIO' AUMENTA IL TEMPO DI PROPAGAZIONE DEL SEGNALE; INFATTI, MENTRE NELLA PRIMA SOLUZIONE IL TEMPO DI RITARDO E' DOVUTO SOLO AD UNA PORTA AND PERCHE' GLI INGRESSI DELLA PORTA SONO PRESI DIRETTAMENTE ALL'USCITA DEGLI FF, NEL SECONDO CASO IL TEMPO DI RITARDO AUMENTA PERCHE' L'USCITA DI OGNI PORTA AND VA PORTATA AD UN INGRESSO DELLA SUCCESSIVA PORTA AND. IL NUMERO DI PORTE AND CHE SERVONO PER REALIZZARE IL CONTATORE SONO DATE DALLA SEGUENTE FORMULA: NUMERO DI PORTE AND = NUMERO FLIP FLOP - 2
0	1	0	0	0	
.....					
.....					
1	1	1	0	0	

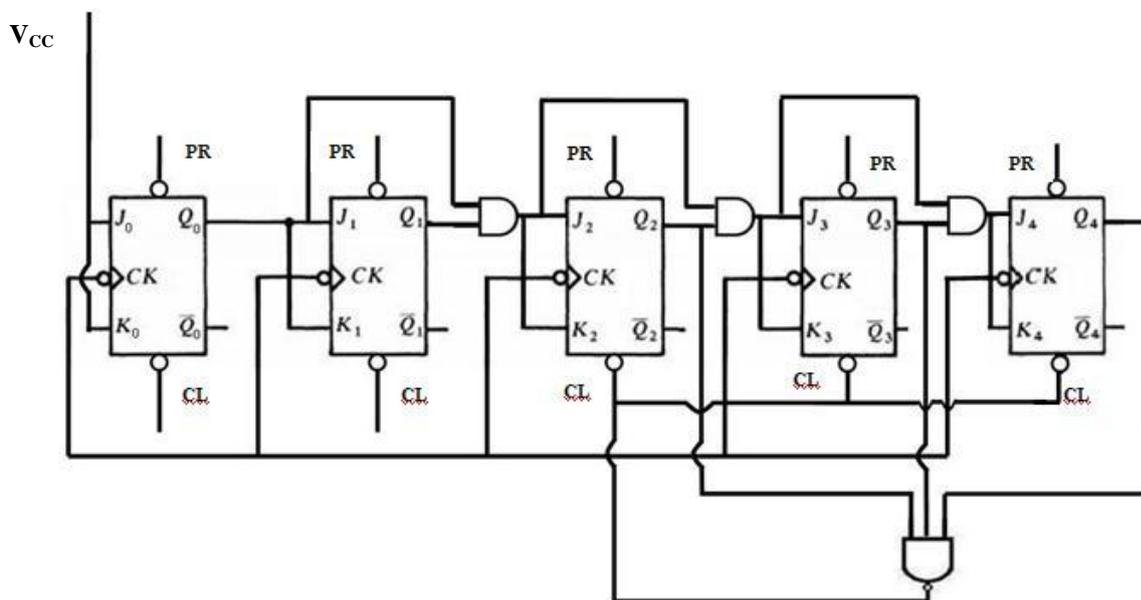
DOPO ESSERE ARRIVATO AL NUMERO 27, IL CONTATORE SEGNEREBBE IL NUMERO 28. ESSENDO PERO' DI MODULO 28 (CIOE' CONTA DA "0" A "27"), IL CONTATORE DEVE RIPARTIRE DA 0000 (ZERO); PERTANTO E' NECESSARIO CHE Q₄, Q₃, Q₂ SIANO AZZERATI.

4° PASSO) ARRIVATO AL NUMERO 27, IL CONTATORE DEVE RIPARTIRE DA ZERO, QUINDI AL CLOCK SUCCESSIVO, SI OTTERRA' $Q_4 Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 \rightarrow 11100$ IN BINARIO, 28 IN DECIMALE); SI PRENDONO LE USCITE $Q_4 Q_3 Q_2$ SI PORTANO ALL'INGRESSO DI UNA PORTA NAND E L'USCITA DELLA PORTA VA COLLEGATA ALL'INGRESSO CLEAR DEGLI FF CHE BISOGNA AZZERARE (FF4, FF3, FF2).

I^a SOLUZIONE PER CONTATORE VELOCE: LE USCITE Q DEGLI FF VANNO AGLI INGRESSI DELLE PORTE AND.



II^a SOLUZIONE: IN QUESTO CASO, L'USCITA DI UNA PORTA AND VIENE PORTATA ALL'INGRESSO DELLA SUCCESSIVA PORTA



CONTATORE SINCRONO DOWN

ESEMPIO:

PROGETTARE UN CONTATORE SINCRONO DOWN MODULO 60

1° PASSO) CALCOLARE IL NUMERO DI FLIP FLOP UTILIZZANDO LA SEGUENTE FORMULA: $N \geq \log_2 \text{MODULO}$

IN QUESTO CASO $N \geq \log_2 60$, QUINDI $N = 6$, SICCOME N DEVE ESSERE UN NUMERO INTERO, DOBBIAMO CONSIDERARE L'INTERO IMMEDIATAMENTE SUCCESSIVO A 4, QUINDI IL NUMERO DI FLIP FLOP JK = 5.

2° PASSO) DISEGNARE TUTTI I FLIP FLOP E COLLEGARLI TRAMITE I CLOCK; UNIAMO OGNI INGRESSO J CON IL CORRISPONDENTE INGRESSO K PER OGNI FLIP FLOP E PORTIAMO IL PRIMO FFJK AL VALORE ALTO (V_{cc}). IL CONTATORE E' DOWN PER CUI PRENDIAMO LE \bar{Q} E LE PORTIAMO VERSO IL BASSO.

3° PASSO) SCRIVIAMO LA TABELLA DELLE COMBINAZIONI

\bar{Q}_5	\bar{Q}_4	\bar{Q}_3	\bar{Q}_2	\bar{Q}_1	\bar{Q}_0
1	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0
.....					
.....					
0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1

4° PASSO) DOPO ESSERE ARRIVATO A ZERO, IL CONTATORE RIPARTIREBBE DA $\bar{Q}_5 \bar{Q}_4 \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 \rightarrow 111111$, PERO' NOI VOGLIAMO CHE RIPARTA DA $\bar{Q}_5 \bar{Q}_4 \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \bar{Q}_0 \rightarrow 111011$ (59 IN DECIMALE), QUINDI:

1. PORTIAMO TUTTE LE USCITE \bar{Q} AGLI INGRESSI DI UNA PORTA NAND;
2. \bar{Q}_2 DEVE ESSERE PORTATO A "0" E QUINDI LO COLLEGHIAMO AL PRESET

V_{CC}

