

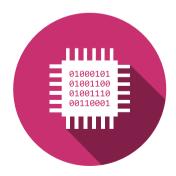


Conception numérique (DiD)

Compteurs synchrone CNT

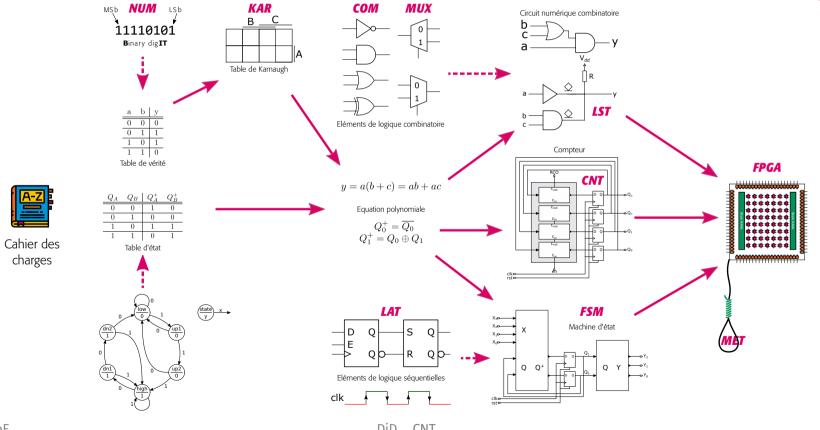
Filière Systèmes industriels Filière Energie et techniques environmentales Filière Informatique et systèmes de communications

Silvan Zahno <u>silvan.zahno@hevs.ch</u> Christophe Bianchi <u>christophe.bianchi@hevs.ch</u> François Corthay <u>francois.corthay@hevs.ch</u>



Situation du thème dans le cours





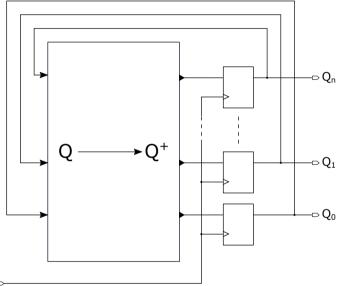
ZaS, BiC, CoF DiD CNT

Contenu

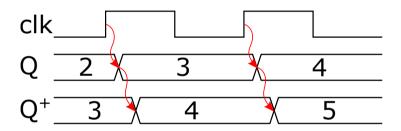


- Architecture des compteurs synchrones
- Compteurs par une puissance de 2
- Compteurs par un nombre quelconque
- Circuits itératifs

Architecture







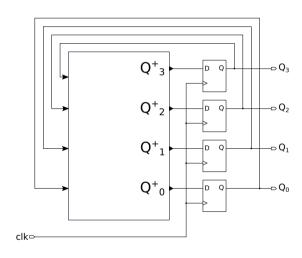
- Compteur synchrone:
- Un circuit logique calcule la valeur suivante
- Cette valeur est chargée au prochain coup d'horloge dans les bascules
- Le circuit logique calcule à nouveau la valeur suivante

Contenu



- Architecture des compteurs synchrones
- Compteurs par une puissance de 2
 - Avec des bascules D
 - Avec d'autres types de bascules
- Compteurs par un nombre quelconque
- Circuits itératifs

Compteur par 16 (24) avec D-FlipFlops



$D_0 = Q_0^+$	$D_0 = Q_0 \oplus 1$	$D_0 = \overline{Q_0}$
$D_1 = Q_1^+$	$D_1 = Q_1 \oplus Q_0$	
$D_2 = Q_2^+$	$D_2 = Q_2 \oplus Q_1 Q_0$	
$D_3 = Q_3^+$	$D_3 = Q_3 \oplus Q_2 Q_1 Q_0$	



Q_3	\mathbf{Q}_2	Q ₁	$\mathbf{Q_0}$	Q+ ₃	Q+ ₂	Q+ ₁	Q + ₀
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1	0	1
1	1	0	1	1	1	1	0
1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	0	0	0	0

Exercice 1.1 (cnt/pow2-01)



Décompteur

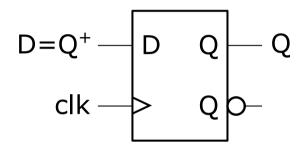
A l'aide de bascule D et de portes logiques combinatoires, réaliser un décompteur synchrone.

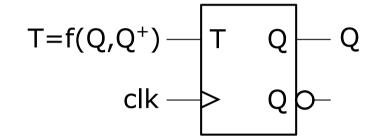
Il a la séquence:

Donner le schéma complet.

Compteur avec d'autre types de FlipFlop







Q	Q ⁺	D	Т	E	D
0	0	0	0	0	- 0
0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	0
1	1	1	0	0	- 1

Compteur avec de T-FlipFlop

Q ₃	\mathbf{Q}_2	Q ₁	\mathbf{Q}_0	Q ₃ +	Q ₂ +	Q ₁ ⁺	Q ₀ +	T ₃	T ₂	T ₁	T ₀
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1
1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1
1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1
1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1



$$T_0 = 1$$

 $T_1 = Q_0$
 $T_2 = Q_1Q_0$
 $T_3 = Q_2Q_1Q_0$

Exercice 1.2 (cnt/pow2-02)

Décompteur





A l'aide de bascule T et de portes NAND, réaliser un décompteur synchrone. Il a la séquence:

$$7 - 6 - \dots - 3 - 2 - 1 - 0 - 7 - \dots$$

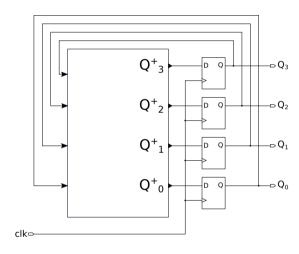
Donner le schéma complet.

Contenu



- Architecture des compteurs synchrones
- Compteurs par une puissance de 2
- Compteurs par un nombre quelconque
 - Réalisation
 - Vérification
- Circuits itératifs

Réalisation compteur modulo 10



$$D_{0} = \overline{Q_{0}}$$

$$D_{1} = Q_{1}\overline{Q_{0}} + \overline{Q_{3}}\overline{Q_{1}}Q_{0}$$

$$D_{2} = Q_{2}\overline{Q_{1}} + Q_{2}\overline{Q_{0}} + \overline{Q_{2}}Q_{1}Q_{0}$$

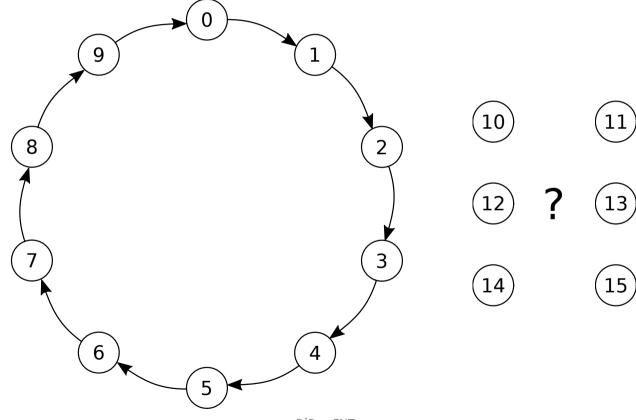
$$D_{3} = Q_{3}\overline{Q_{0}} + Q_{2}Q_{1}Q_{0}$$



Q_3	\mathbf{Q}_{2}	Q ₁	$\mathbf{Q_0}$	Q+3	Q+ ₂	Q+ ₁	Q + ₀
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	-	-	-	-
1	0	1	1	-	-	-	-
1	1	0	0	-	-	-	-
1	1	0	1	-	-	-	-
1	1	1	0	-	-	-	-
1	1	1	1	-	-	-	-

Vérification – Graphe des états du compteur





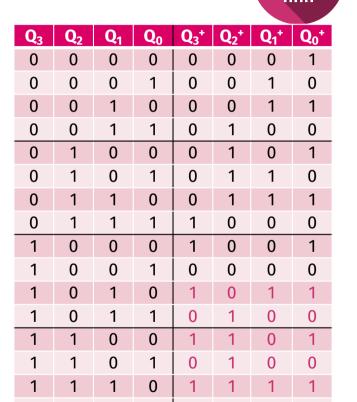
Vérification – Etats non définis

$$D_0 = \overline{Q_0}$$

$$D_1 = Q_1 \overline{Q_0} + \overline{Q_3} \overline{Q_1} Q_0$$

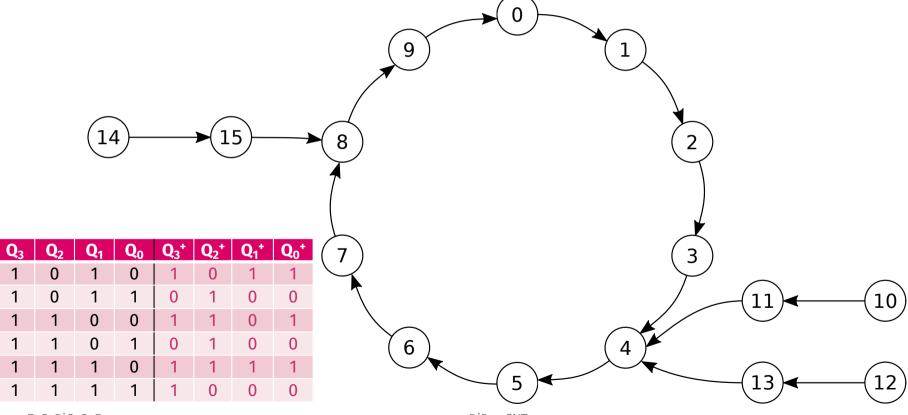
$$D_2 = Q_2 \overline{Q_1} + Q_2 \overline{Q_0} + \overline{Q_2} Q_1 Q_0$$

$$D_3 = Q_3 \overline{Q_0} + Q_2 Q_1 Q_0$$

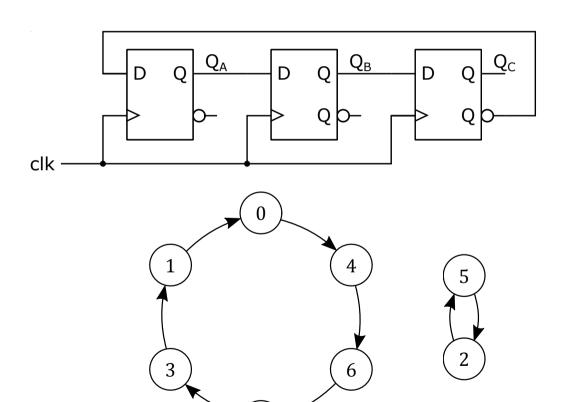


Vérification – Graphe complet





Compteur de Johnson





$$D_A = Q_A^+ = \overline{Q_C}$$

$$D_B = Q_B^+ = Q_A$$

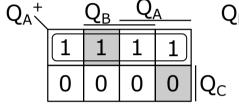
$$D_C = Q_C^+ = Q_B$$

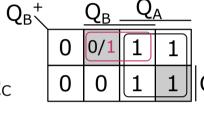
Q _A	Q _B	Q _C	\mathbf{Q}_{A}^{+}	Q_B^+	$\mathbf{Q_C}^+$
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	1

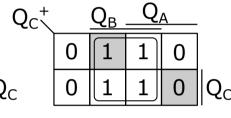
CNT

Compteur de Johnson





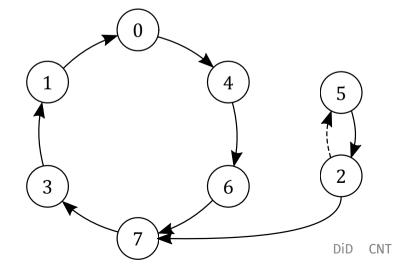




$$D_A = Q_A^+ = \overline{Q_C}$$

$$D_B = Q_B^+ = Q_A + Q_B \overline{Q_C}$$

$$D_C = Q_C^+ = Q_B$$

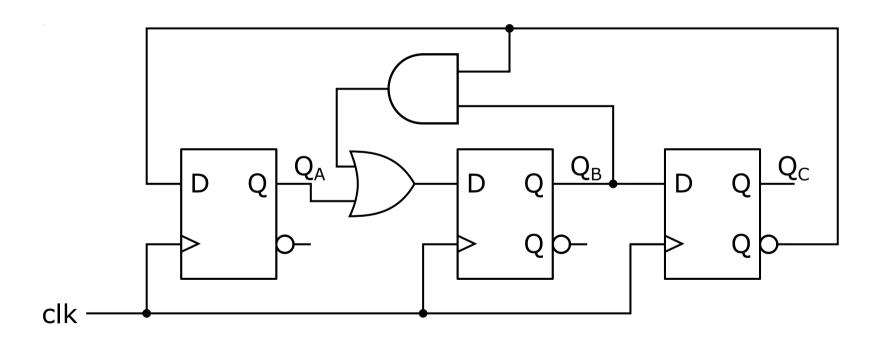


Q _A	Q _B	Q _C	Q_A^+	Q_B^+	$\mathbf{Q_{C}^{+}}$
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	1	1

ZaS, BiC, CoF

Compteur de Johnson





Exercice 2.1 (cnt/cnt-01)

Décompteur

A l'aide de bascule D sans entrée asynchrone et de portes NAND, réaliser un décompteur par 10 synchrone. Il a la séquence:

$$9 - 8 - 7 - \dots - 3 - 2 - 1 - 0 - 9 - \dots$$

Donner le schéma complet.

Donner le graphe avec tous les états, même ceux qui ne sont pas dans la boucle principale.

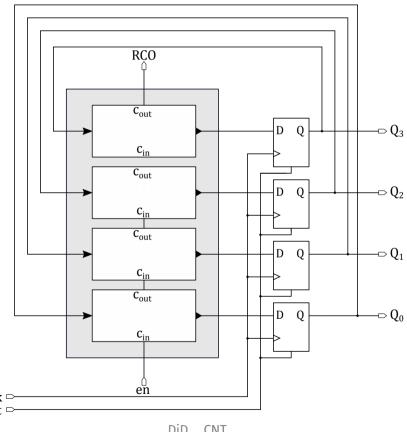
Contenu



- Architecture des compteurs synchrones
- Compteurs par une puissance de 2
- Compteurs par un nombre quelconque
- Circuits itératifs
 - Compteur itératif

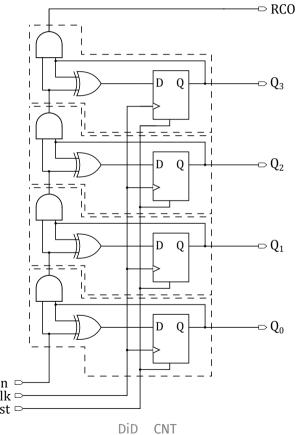
Compteur itératif - Architecture





Compteur itératif - Circuit





ZaS, BiC, CoF DiD CNT 28

Exercice 3.3 (cnt/cnt-iterative-03)

01e01010 001e0110 0011001

Compteur croissant et décroissant

A l'aide de bascules D et de portes logiques combinatoires, réaliser un compteur/décompteur à 4 bits.

Le compteur/décompteur a une entrée de commande up/down.

- Lorsque up/down = '1', le circuit compte.
- Lorsque up/down = '0', le circuit décompte.

Références



- [Kün97] (allemand)
 - Complet
 - Exemple de dé électronique
 - Compteurs basés sur des registres à décalage
- [Wak00] (anglais)
 - · Circuits itératifs, circuits intégrés standard
- [Man78] (français)
 - Bonne présentation, exercices corrigés

WHY ARE THERE MIRRORS ABOVE BEDS

WHY DO I SAY WHY IS SEA SALT BETTER IN

WHY IS THERE NOT A POKEMON MMO WHY IS THERE LAUGHING IN TV SHOWS ARE THERE DOORS ON THE FREEWAY ARE THERE SO MANY SVCHOST-EXE RUNNING AREN'T ANY COUNTRIES IN ANTARCTICA WHY ARE THERE SCARY SOUNDS IN MINECRAFT WHY IS THERE KICKING IN MY STOMACH WHY ARE THERE TWO SLASHES AFTER HTTP WHY ARE THERE CELEBRITIES WHY DO SNAKES EXIST WHY DO OYSTERS HAVE PEARLS WHY ARE DUCKS CALLED DUCKS WHY DO THEY CALL IT THE CLAP WHY ARE KYLE AND CARTMAN FRIENDS WHY IS THERE AN ARROW ON AANG'S HEAD 🗷 WHY ARE TEXT MESSAGES BLUE WHY ARE THERE MUSTACHES ON CLOTHES WHY WUBA LUBBA DUB DUB MEANING IS THERE A WHALE AND A POT FALLING WHY ARE THERE SO MANY BIRDS IN SWISS WHY IS THERE SO LITTLE RAIN IN WALLIS WHY IS WALLIS WEATHER FORECAST ALWAYS WRONG

WHY ARE THERE

SQUIRRELS

WHY HAVE DINOSAURS NO FUR WHY ARE SWISS AFRAID RWHY IS THERE A LINE THROUGH HI

WHY AREN'T ECONOMISTS RICH WHY DO AMERICANS CALL IT SOCCER & WHY ARE MY EARS RINGING WHY IS 42 THE ANSWER TO EVERYTHING WHY CAN'T NOBODY ELSE LIFT THORS HAMMER S **SWHY IS THERE ICE IN SPACE** WHY IS MARVIN ALWAYS SO SAD

WHY IS SPACE BLACK WHY IS OUTER SPACE SO COLD WHY ARE THERE PYRAMIDS ON THE MOON WHY IS NASA SHUTTING DOWN A

THERE MALE AND FEMALE BIKES WHY ARE THERE BRIDESMAIDS WHY DO DYING PEOPLE REACH UP HOW FAST IS LIGHTSPEED WHY ARE OLD KLINGONS DIFFERENT E WHY ARE THERE TINY SPIDERS IN MY HOUSE ' DO SPIDERS COME INSIDE

WHY ARE THERE HUGE SPIDERS IN MY HOUSE $_{
m H}$ WHY ARE THERE LOTS OF SPIDERS IN MY HOUSE $\overline{oldsymbol{\lambda}}$ 为WHY ARE THERE SO MANY SPIDERS IN MY ROOM

SPYDER BITES ITCH

WHY ARE THERE **GHOSTS**



WHY IS THERE AN OWL IN MY BACKYARD WHY IS THERE AN OWL OUTSIDE MY WINDOW WHY IS THERE AN OWL ON THE DOLLAR BILL WHY DO OWLS ATTACK PEOPLE WHY ARE FPGA'S EVERYWHERE WHY ARE THERE HELICOPTERS CIRCLING MY HOUSE WHY ARE MY BOOBS ITCHY WHY ARE THERE GODS

WHY ARE THERE TWO SPOCKS 'IS https://xkcd·com/1256/ THEY SAY T-MINUS WHY ARE THERE OBELISKS MWHY ARE WRESTLERS ALWAYS WET

TO WHY IS THERE A RED LINE THROUGH HTTPS ON TWITTER

WHY AREN'T MY ARMS GROWING

WHY ARE THERE SO MANY CROWS IN ROCHESTER &

WHY IS TO BE OR NOT TO BE FUNNY

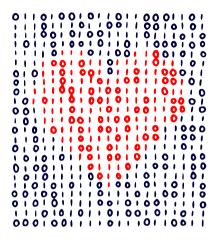
WHY DO CHILDREN GET CANCER 🗢

WHY IS POSEIDON ANGRY WITH ODYSSEUS

WHY DO Q TIPS FEEL GOOD

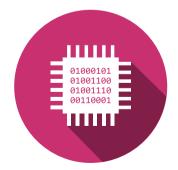
WHY AREN'T

THERE GUNS IN









Silvan Zahno <u>silvan.zahno@hevs.ch</u> Christophe Bianchi <u>christophe.bianchi@hevs.ch</u> François Corthay <u>francois.corthay@hevs.ch</u>