Partiel d'électronique numérique, EIDD (Adrian Daerr)

Nov. 2016 — Corrigé

Questions de cours

1. Les quelques tentatives historiques d'ordinateurs analogiques ont vite été abandonnées en faveur d'ordinateurs numériques. Quel sont les avantages d'un circuit électronique pour signaux binaires par rapport à un circuit pour signaux continus (analogiques) ?

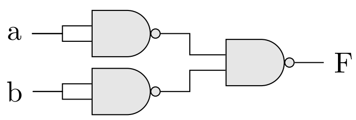
— Fonctionnement tout-ou-rien ⇒ petites fluctuations ne changent pas l'information
  ⇝ Robustesse vis-à-vis du bruit
  ⇝ Robustesse vis-à-vis de dérives matérielles (température, age, ...)
  ⇝ Exigences plus faibles à la fabrication des circuits

— Coût ∼ linéaire en précision

— Certaines opérations comme le filtrage acausal plus faciles à réaliser

2. Comment peut-on construire une porte OR à deux entrées à partir de plusieurs portes NAND à deux entrées ? Dessinez le schéma et démontrez l'équivalence en utilisant l'algèbre de Boole.

Un OR peut être réalisé à l'aide de trois NAND, dont deux agissant en NOT sur les entrées du troisième: $F = a + b \overset{\langle\text{De Morgan}\rangle}{=} \overline{\overline{a} \cdot \overline{b}} \overset{x=x\cdot x}{=} \overline{\overline{a \cdot a} \cdot \overline{b \cdot b}}$



3. Quel risque(s) court-on en reliant la sortie d'un circuit logique électronique à un très grand nombre d'entrées d'autres circuits ?

— Les courants maximums sont dépassés (danger potentiel de surchauffe)

— Les tensions ne sont plus dans les intervalles garantis pour chaque niveau logique

— Pannes sporadiques très complexes à identifier et résoudre

Simplification d'une fonction logique

On souhaite réaliser un circuit dont la sortie est vraie exactement lorsque le nombre à l'entrée, codé en système binaire sur 3 bits, est un nombre premier (ici donc: 2, 3, 5 ou 7).

4. Remplissez le tableau de vérité du circuit à trois entrées binaires.

entrée (base 10)	a	b	c	F	Mintermes	Maxtermes
0	0	0	0	0	$\overline{a} \cdot \overline{b} \cdot \overline{c}$	$a + b + c$
1	0	0	1	0	$\overline{a} \cdot \overline{b} \cdot c$	$a + b + \overline{c}$
2	0	1	0	1	$\overline{a} \cdot b \cdot \overline{c}$	$a + \overline{b} + c$
3	0	1	1	1	$\overline{a} \cdot b \cdot c$	$a + \overline{b} + \overline{c}$
4	1	0	0	0	$a \cdot \overline{b} \cdot \overline{c}$	$\overline{a} + b + c$
5	1	0	1	1	$a \cdot \overline{b} \cdot c$	$\overline{a} + b + \overline{c}$
6	1	1	0	0	$a \cdot b \cdot \overline{c}$	$\overline{a} + \overline{b} + c$
7	1	1	1	1	$a \cdot b \cdot c$	$\overline{a} + \overline{b} + \overline{c}$

5. Quelle est l'expression disjonctive normale de la fonction de sortie ?

Il s'agit de la disjonction (OR) des min-termes pour lesquels $F = 1$ dans le tableau précédent (en rouge):

$$F = \overline{a} \cdot b \cdot \overline{c} + \overline{a} \cdot b \cdot c + a \cdot \overline{b} \cdot c + a \cdot b \cdot c$$

6. Dessinez le diagramme de Karnaugh correspondant pour les min-termes (produits d'entŕees ou de leurs inverses) et formez des groupes.

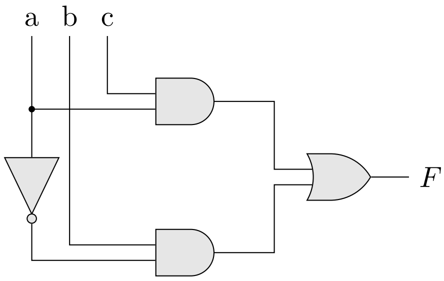
	$a \cdot \overline{c}$	$a \cdot c$	$\overline{a} \cdot c$	$\overline{a} \cdot \overline{c}$
b		1	1	1
$\overline{b}$		1		

7. À partir de ce diagramme, donnez une expression simplifiée de la fonction sortie.

Les deux groupes de termes donnent chacun lieu à un terme conjonctif à deux facteurs. La somme des deux est la fonction sortie:

$$F = a \cdot c + \overline{a} \cdot b$$

8. Dessinez un schéma de portes logiques qui réalise cette fonction. Vous avez toutes les portes de base, y compris l'inverseur, à votre disposition.



9. Admettons qu'on ait la garantie que l'entrée ne vaut jamais ni $0_{10} = (000)_2$ ni $1_{10} = (001)_2$ (mais uniquement de 2_{10} à 7_{10}), de sorte que le comportement du circuit n'a pas besoin d'être spécifié pour ces deux cas. Est-ce que cela permet de simplifier la fonction sortie et le circuit ?

Oui, puisque la sortie du circuit pour ces entrées exclues peut être quelconque (X), le diagramme de Karnaugh correspondant admet des regroupement plus importants:

	$a \cdot \overline{c}$	$a \cdot c$	$\overline{a} \cdot c$	$\overline{a} \cdot \overline{c}$
b		1	1	1
$\overline{b}$		1	X	X

$\rightsquigarrow \quad F = \overline{a} + c\,,$