

2 Techniques basse consommation

L'objectif de cet exercice est d'explorer des techniques architecturales permettant de réduire la consommation des circuits intégrés. Nous disposons d'une fonction de calcul combinatoire **F** pour laquelle nous connaissons :

- Le temps de calcul T_{calc} en fonction de la tension d'alimentation V_{dd} (voir **figure 3**)
- L'énergie consommée par calcul E_{calc} en fonction de la tension d'alimentation V_{dd} (voir **figure 4**)

Nous rappelons que la puissance consommée par un opérateur de calcul est égale au produit de sa fréquence de fonctionnement F_{calc} par l'énergie consommée à chaque calcul :

- $P_{calc} = F_{calc} * E_{calc}$

2.1 Analyse d'une structure synchrone utilisant la fonction (F)

La **figure 1** présente une utilisation de la fonction (F) dans un environnement synchrone. La structure reçoit une suite de valeurs A_0, A_1, \dots et doit générer une suite de valeurs $F(A_0), F(A_1), \dots$

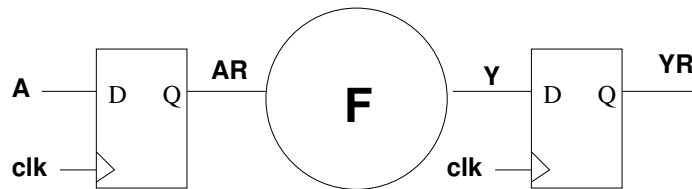


FIG. 1 : Architecture synchrone

Question 2.1.1 Complétez le chronogramme de la **figure 5**.

Question 2.1.2 En négligeant le temps de propagation des bascules, déterminez la tension d'alimentation minimale V_{ref} permettant de faire fonctionner cette structure avec une horloge CLK de fréquence $F_{ref} = 1GHz$.

Question 2.1.3 En négligeant la consommation des bascules, déterminez la puissance consommée par cette structure pour la tension V_{ref} et la fréquence F_{ref} . N'oubliez pas de préciser les unités...

2.2 Analyse d'une structure synchrone parallélisée

La **figure 2** présente une version parallélisée de l'architecture précédente, dans laquelle nous dédoublons la fonction F.

Question 2.2.1 Complétez le chronogramme de la **figure 6**. N'oubliez pas la génération du signal EN.

Question 2.2.2 Expliquez le fonctionnement de cette structure.

Question 2.2.3 Pendant combien de périodes de l'horloge CLK chacune des données A_i est elle maintenue en entrée de l'une ou l'autre des fonctions F ? De combien de temps dispose-t-on pour le calcul de chaque $F(A_i)$ sachant que l'horloge a une fréquence $F_{ref} = 1GHz$? (on négligera le temps de propagation dans les multiplexeurs).

Question 2.2.4 Compte tenu du nouveau temps de calcul disponible, montrez qu'il est possible de diminuer la tension d'alimentation du montage tout en fixant la fréquence F_{ref} à $1GHz$. Déterminez la tension d'alimentation minimale V_{min} permettant de conserver cet fréquence de $1GHz$.

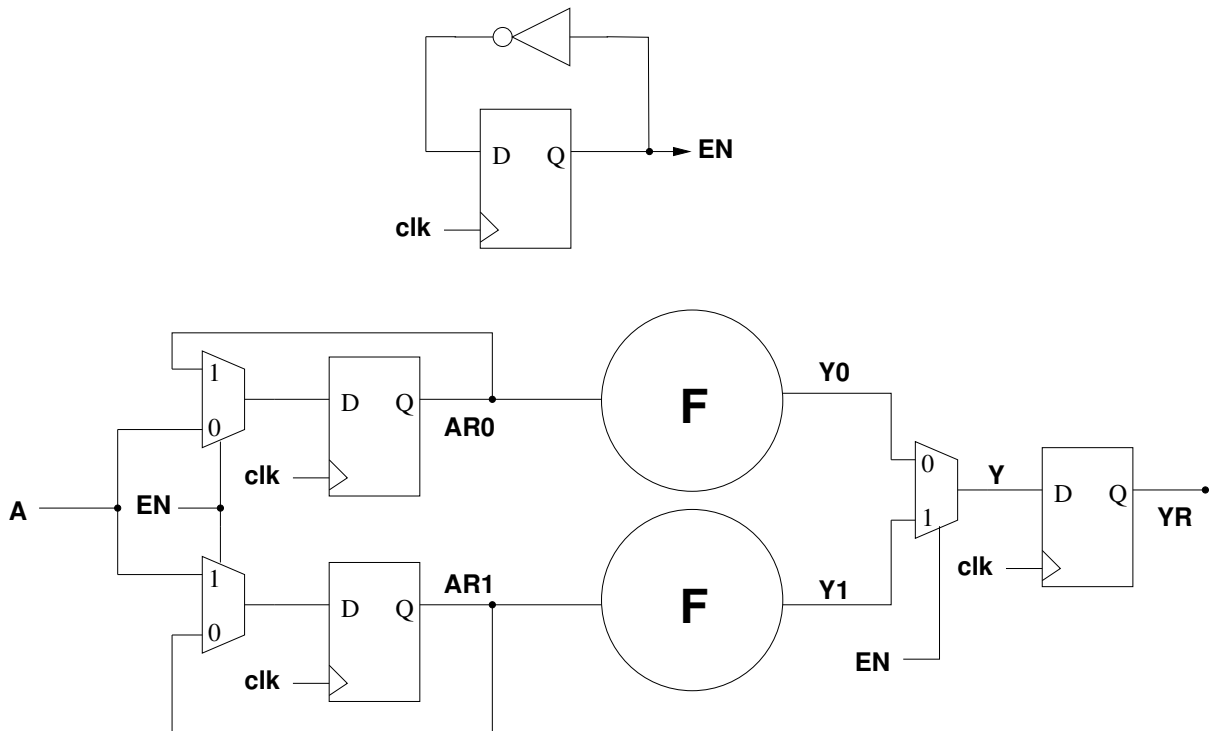


FIG. 2 : Architecture synchrone parallèle

Question 2.2.5 En déduire l'énergie E_{min} consommée par la fonction F à la tension V_{min} . Puis la puissance totale consommée par la structure parallèle. N'oubliez pas la encore de préciser les unités.

Question 2.2.6 Nous avons utilisé une technique de parallélisme pour diminuer la consommation d'une structure de calcul synchrone. Pensez vous qu'une technique de pipeline (pipeline de la fonction F en deux sous-fonctions F_1 et F_2 de temps de calcul $T_{calc}/2$) permettrait d'obtenir un résultat similaire? Expliquez.

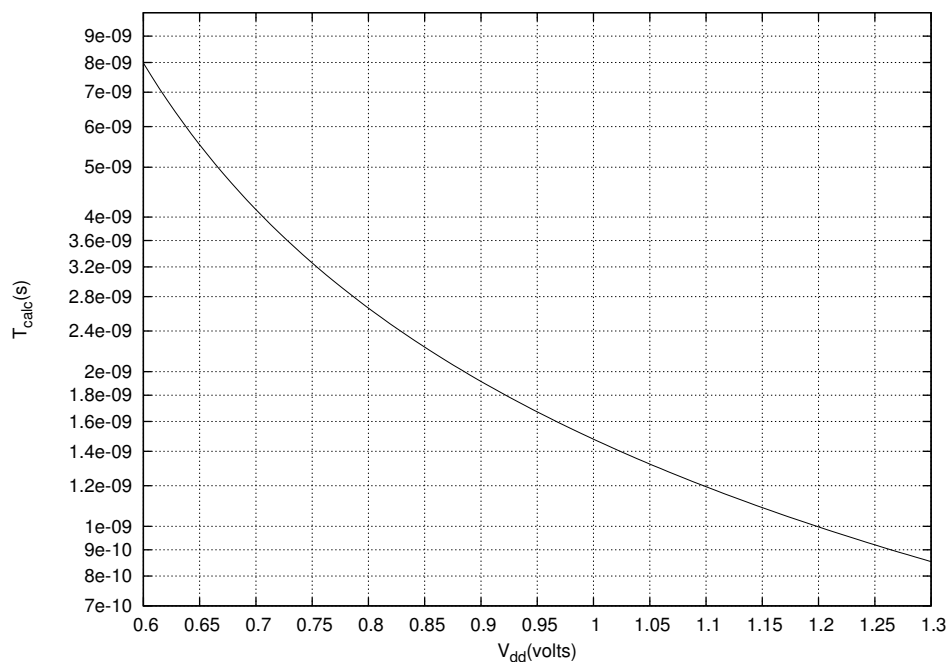


FIG. 3 : Temps de calcul de la fonction F

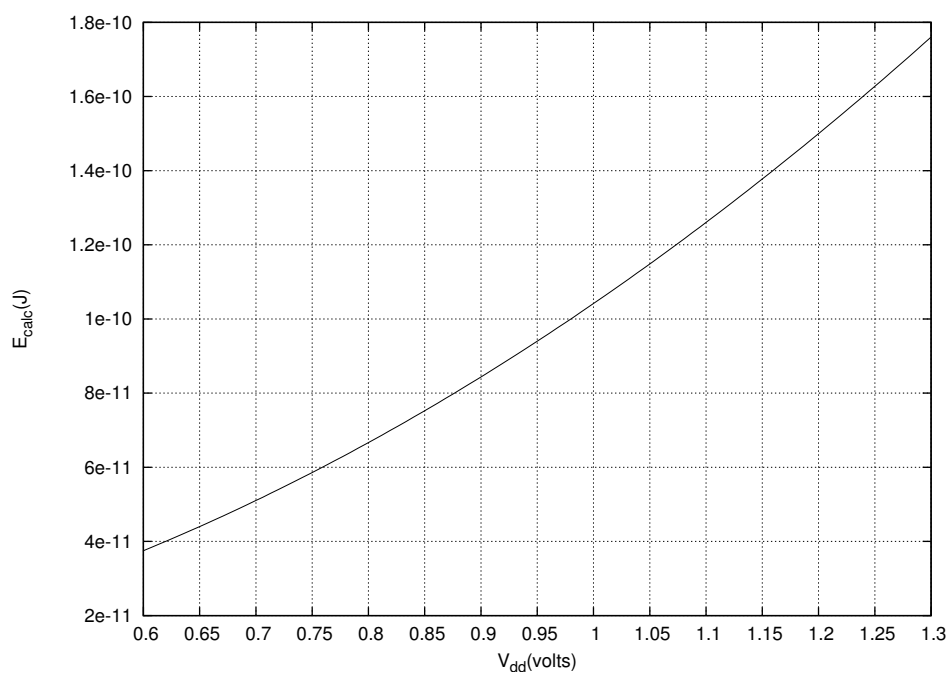


FIG. 4 : Energie consommée par calcul de la fonction F

Nom / Prénom :
 Groupe :
 Numéro de casier :

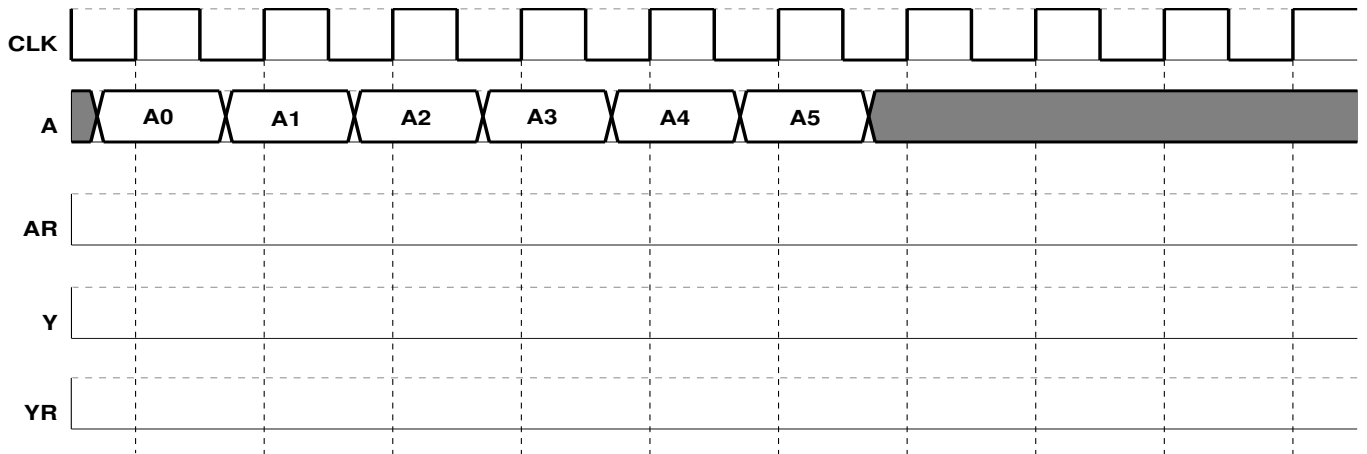


FIG. 5 : Chronogramme de fonctionnement de la structure synchrone (Question 2.1.1)

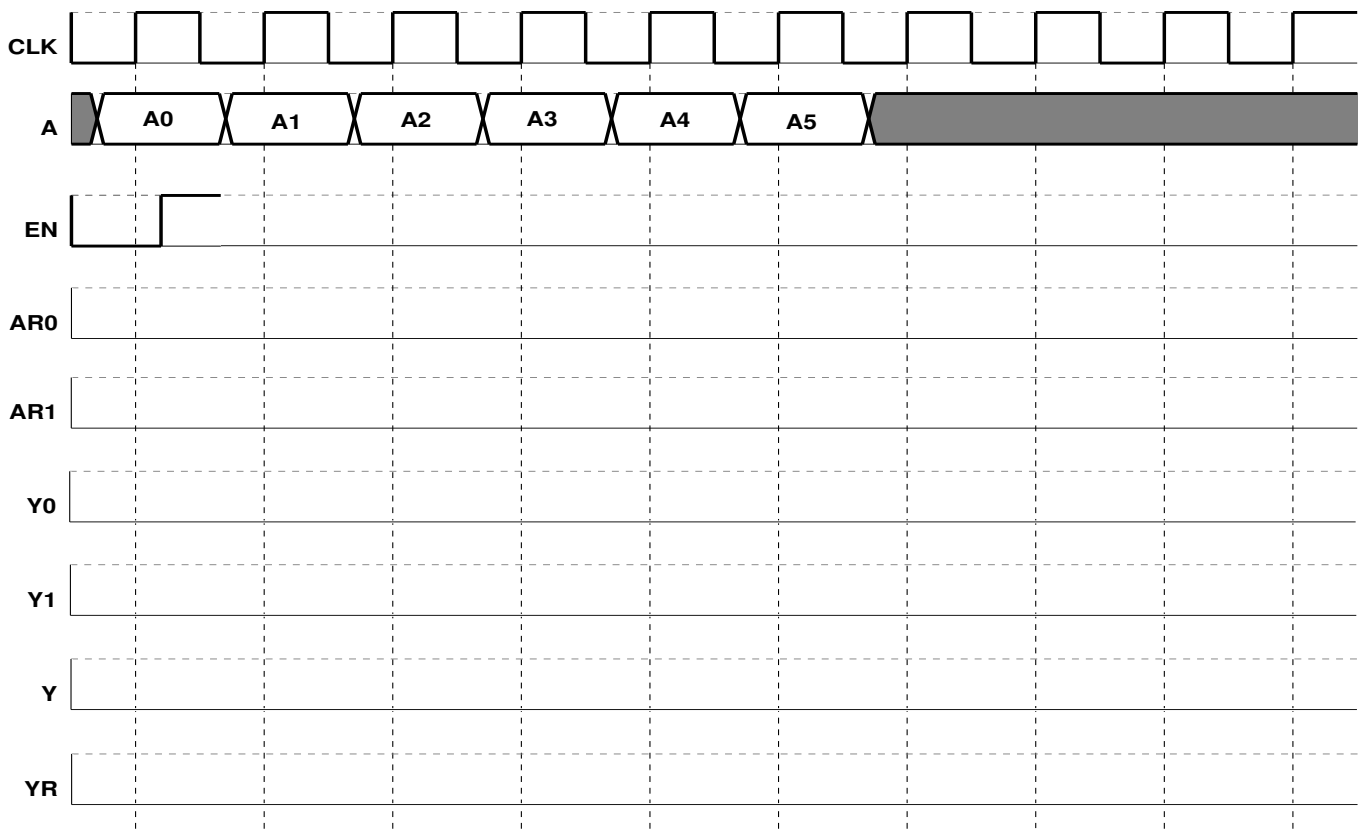


FIG. 6 : Chronogramme de fonctionnement de la structure parallèle synchrone (Question 2.2.1)