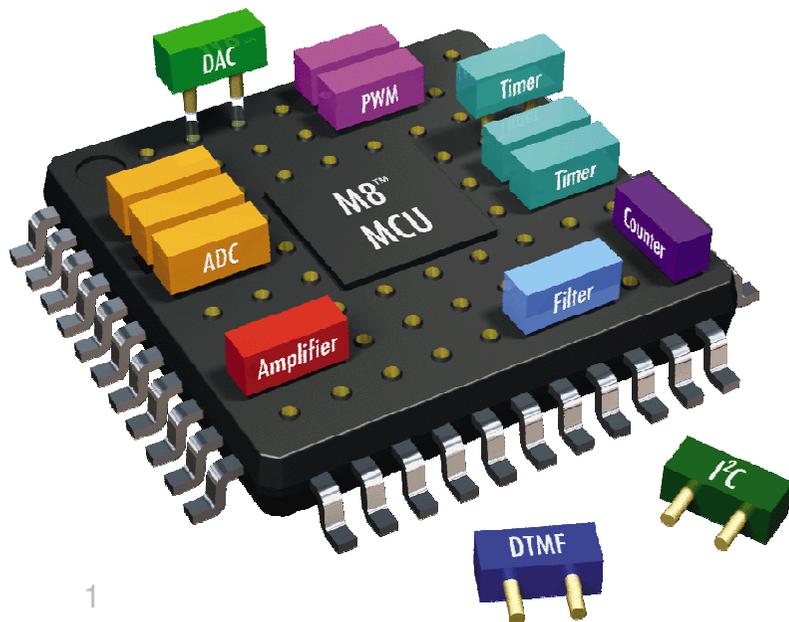




# Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

## Les modules analogiques des PSoCs



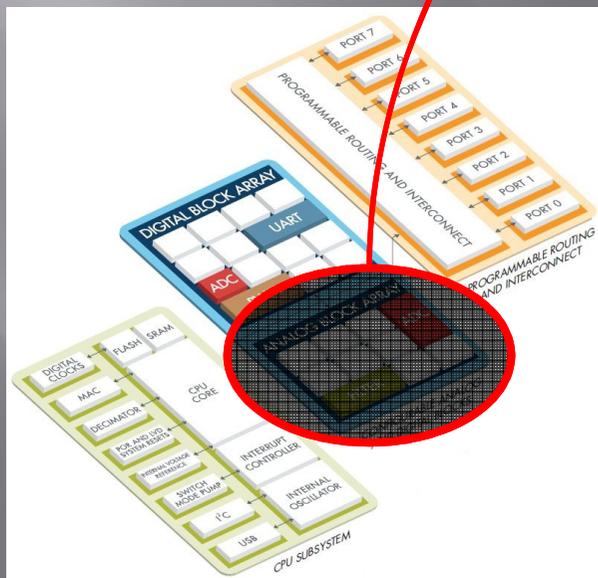
Formation SIN  
Module SIN63

# Sommaire

- Les blocs analogiques disponibles ..... p3
- Les différents blocs analogiques ..... p4
- Les structures des blocs analogiques ..... p5
- Connexions possibles entre les blocs ..... p6
- Limites et contraintes sur les blocs ..... p7
- Les différents modules utilisateur ..... p8
- Les références de tension ..... p9
- Les convertisseurs analogiques numériques .... p10 & 11
- Les amplificateurs analogiques ..... p12
- Les comparateurs analogiques ..... p13
- Les convertisseurs numériques analogiques .... p14
- Le générateur DTMF ..... p14
- Les filtres analogiques ..... p15
- Le « Wizard » des filtres analogiques ..... p16
- Les anciens modules analogiques ..... p17
- Les multiplexeurs analogiques ..... p17

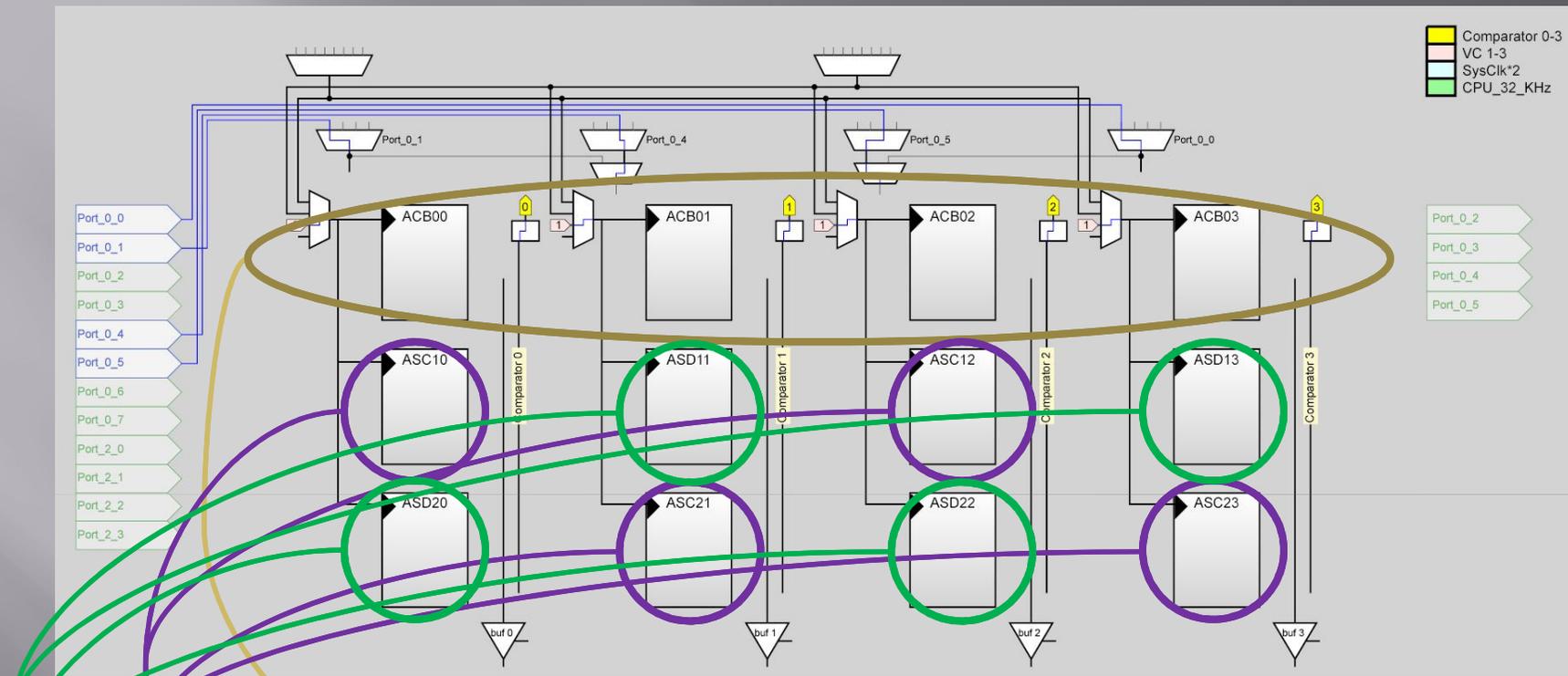
# Les blocs analogiques disponibles

PSoC Part Number	Digital I/O	Digital Rows	Digital Blocks	Analog Inputs	Analog Outputs	Analog Columns	Analog Blocks	SRAM Size	Flash Size
CY8C29x66	up to 64	4	16	up to 12	4	4	12	2 K	32 K
CY8C28xxx	up to 44	up to 3	up to 12	up to 44	up to 4	up to 6	up to 12 + 4 <sup>[1]</sup>	1 K	16 K
CY8C27x43	up to 44	2	8	up to 12	4	4	12	256	16 K
CY8C24x94	up to 56	1	4	up to 48	2	2	6	1 K	16 K
CY8C24x23A	up to 24	1	4	up to 12	2	2	6	256	4 K
CY8C23x33	up to 26	1	4	up to 12	2	2	4	256	8 K
CY8C22x45	up to 38	2	8	up to 38	0	4	6 <sup>[1]</sup>	1 K	16 K
CY8C21x45	up to 24	1	4	up to 24	0	4	6 <sup>[1]</sup>	512	8 K
CY8C21x34	up to 28	1	4	up to 28	0	2	4 <sup>[1]</sup>	512	8 K
CY8C21x23	up to 16		4	up to 8	0	2	4 <sup>[1]</sup>	256	4 K
CY8C20x34	up to 28	0	0	up to 28	0	0	3 <sup>[1,2]</sup>	512	8 K
CY8C20xx6	up to 36	0	0	up to 36	0	0	3 <sup>[1,2]</sup>	up to 2 K	up to 32 K



Suivant la famille de circuits, le nombre de blocs analogiques est variable de 3 à 16 (attention, certains blocs sont parfois réservés à des applications spécifiques comme les capteurs capacitifs)

# Les différents blocs analogiques



Exemple : famille CY8C27x43

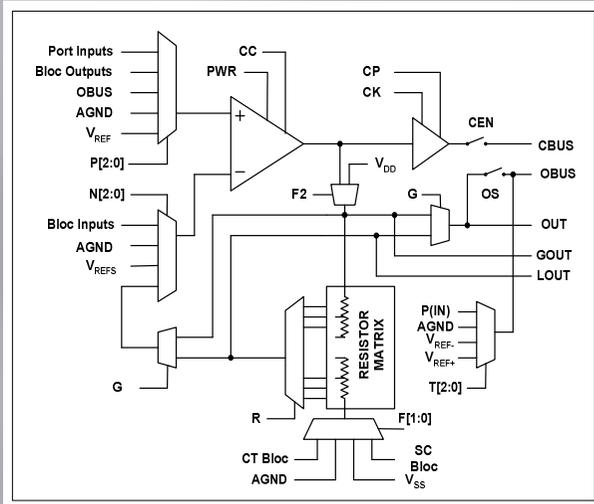
ACB : Blocs de type temps continu

ASC : Blocs à capacités commutées de type « C »

ASD : Blocs à capacités commutées de type « D »

# Les structures des blocs analogiques

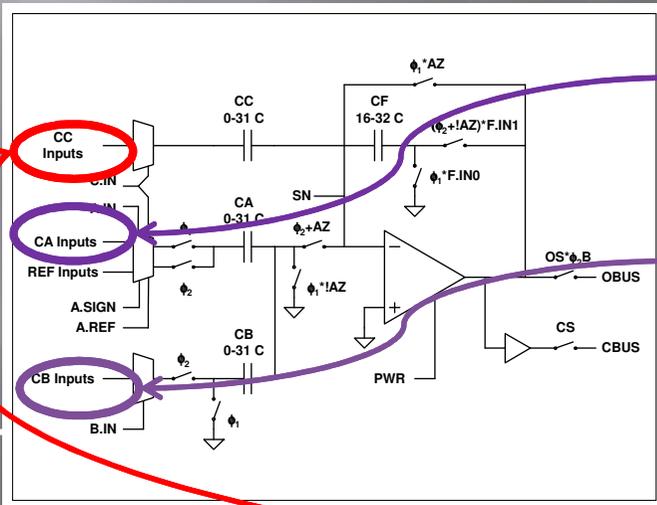
Temps Continu



Blocs de type temps continu (CT pour Continuous Time) -> ampli, comparateur, ...

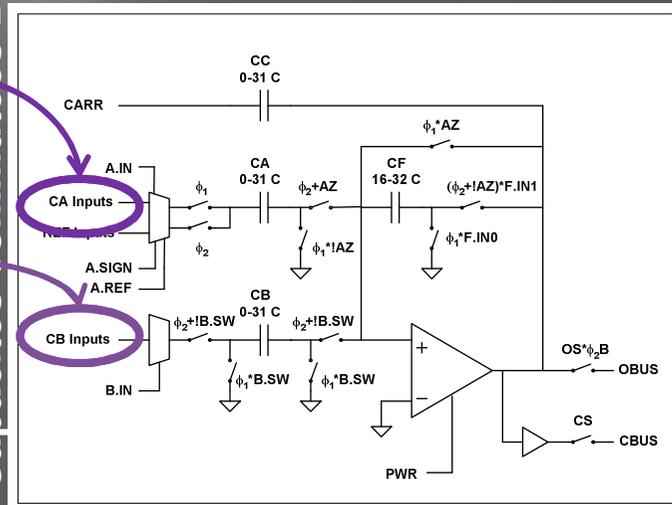
Blocs à capacités commutées (SC pour Switched Capacitor) -> filtres, ADC, DAC, ...

Capacités commutées C



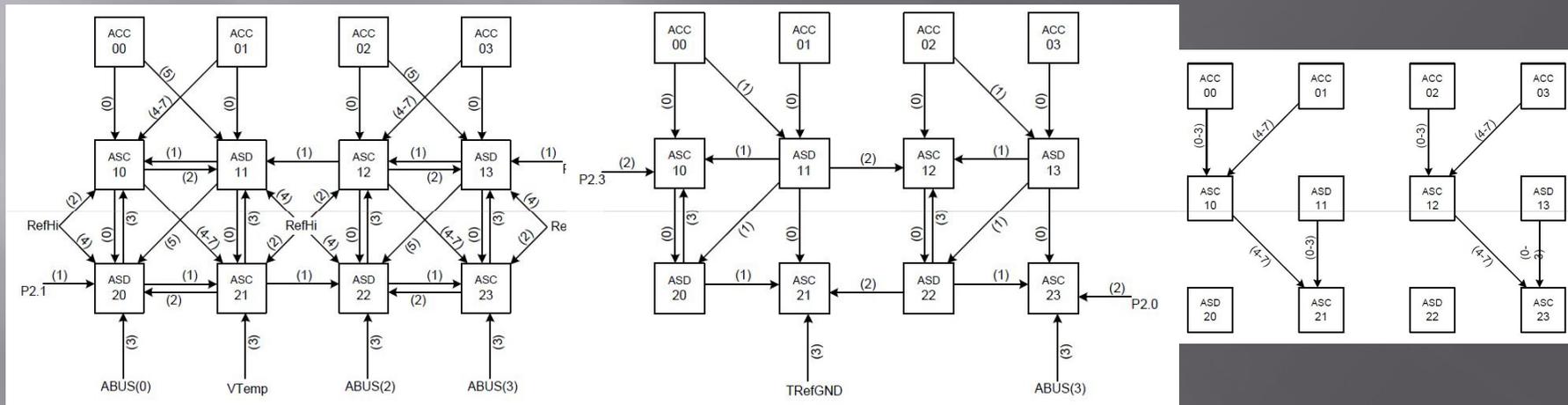
Entrée A  
Entrée B  
Entrée C

Capacités commutées D



# Connexions possibles entre les blocs

Les blocs à capacités commutées sont alternés (C,D) pour pouvoir être associés entre eux puisqu'ils sont complémentaires.



Connexion à une entrée A

Connexion à une entrée B

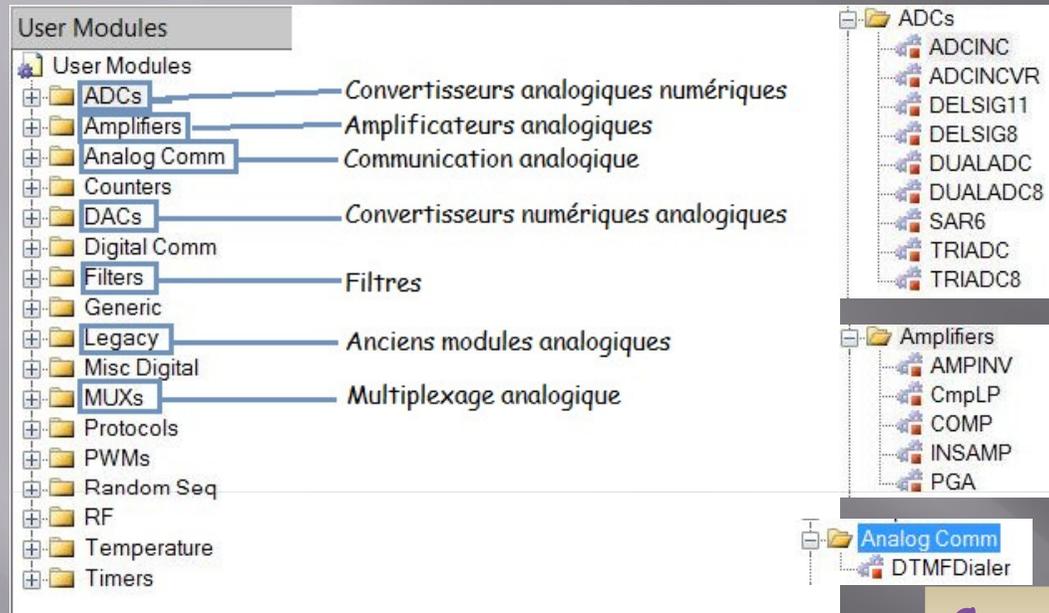
Connexion à une entrée C

Les blocs à capacités commutées de type « C » possèdent trois entrées possibles (A, B et C), ceux de type « D » n'en possèdent que deux (A et B).

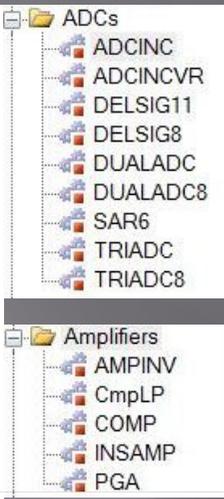
# Limites et contraintes sur les blocs analogiques

- ➔ Nombre de blocs analogiques dans le composant choisi
- ➔ Nombre limité de blocs linéaires donc de fonctions de type amplification, comparaison, ...
- ➔ Connexions entre blocs prédéfinies donc tout n'est pas possible !
- ➔ Les blocs à capacités commutées ont besoin d'une horloge « d'échantillonnage » influente sur les paramètres du bloc
- ➔ L'horloge est commune dans une même colonne et les différents blocs d'un filtre ont besoin de la même horloge

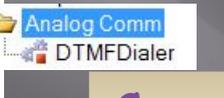
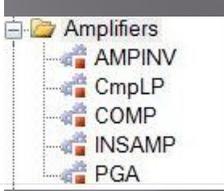
# Les différents modules utilisateur (UM)



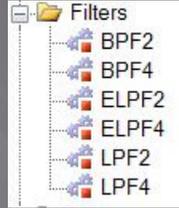
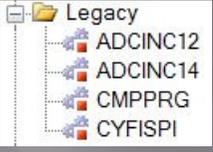
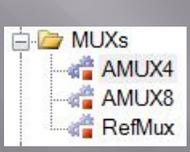
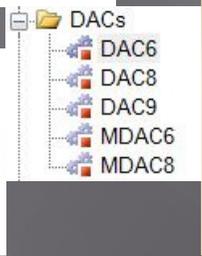
Convertisseurs de différents types et différentes résolutions



Ampli inverseur, d'instrumentation, à gain variable et comparateurs



Convertisseurs N->A de différentes résolutions et multiplieur d'une tension analogique (MDAC)



Multiplexeurs analogiques

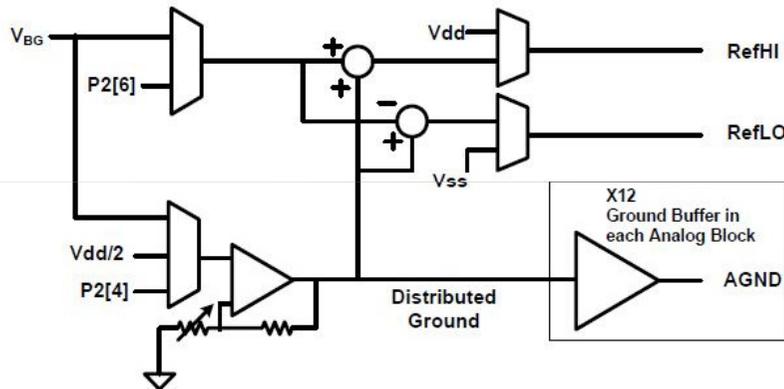
Anciens modules pour compatibilité dont comparateur programmable

Filtres passe bas ou passe bande du 2<sup>ème</sup> ou 4<sup>ème</sup> ordre ainsi que filtre passe bas elliptique.

# Les références de tension

Beaucoup de fonctions analogiques nécessitent une ou des références de tension ainsi qu'une « masse » précise.

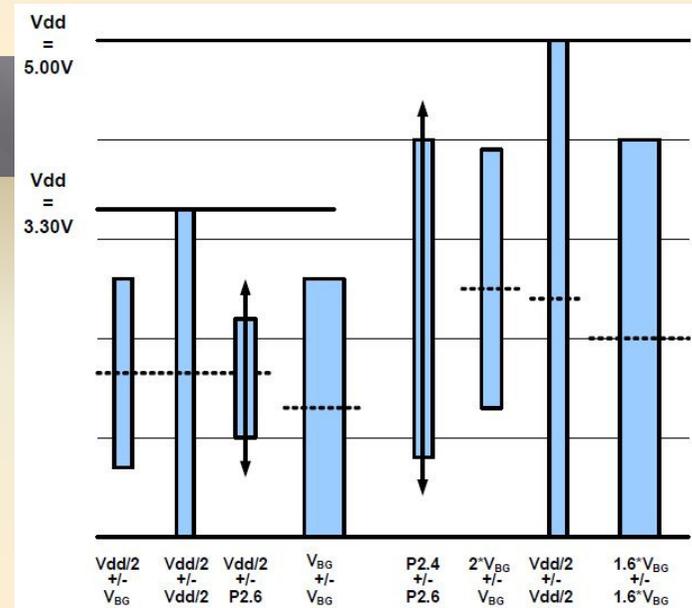
Les PSoCs sont alimentés en continu par une tension allant de 3 à 5,25V, de nombreuses applications analogiques ont besoin de tensions bipolaires c'est la raison d'être de la masse analogique (AGND).



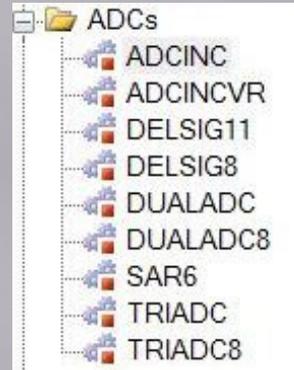
La broche P2\_6 peut également être utilisée pour fixer les niveaux de référence (convertisseurs par ex.).

Le circuit de gestion des masses et des références est le suivant.

La masse analogique peut prendre la valeur de  $V_{dd}/2$  ou venir d'un signal externe via la broche P2\_4 ou encore de références internes (BandGap) sélectionnables dans les ressources globales.



# Les convertisseurs analogiques numériques

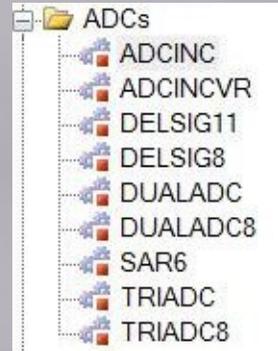


**ADCINC** : Convertisseur incrémental de 6 à 14 bits de résolution, entrée simple ou différentielle avec modulateur du premier ou second ordre. Ressources : 1 bloc numérique et 1 ou 2 blocs (2<sup>nd</sup> ordre) analogiques SC.

**ADCINCVR** : Convertisseur incrémental de 7 à 13 bits de résolution, sortie en code complément à 2 pour une entrée comprise entre  $-V_{ref}$  et  $V_{ref}$ , centrée sur AGND. Ressources : 3 blocs numériques et 1 bloc analogique SC.

**DELSIG** : Convertisseur delta-sigma de 8 ou 11 bits de résolution, sortie possible en code complément à 2, modulateur du premier ou second ordre. Ressources : 1 bloc numérique et 1 ou 2 blocs (2<sup>nd</sup> ordre) analogiques SC.

# Les convertisseurs analogiques numériques



**SAR6** : Convertisseur à approximations successives de résolution 6 bits.

Ressources : 1 seul bloc analogique SC.

**DUALADC** : Convertisseur de deux entrées simultanées, incrémental de 7 à 13 bits de résolution, sortie en code complément à 2 possible.

Ressources : 4 blocs numériques et 2 blocs analogiques SC.

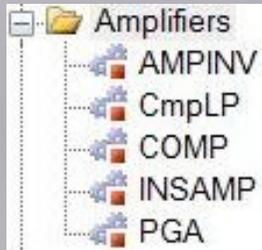
**DUALADC8** ; identique en résolution fixe de 8 bits.

**TRIADC** : Convertisseur de trois entrées simultanées, incrémental de 7 à 13 bits de résolution, sortie en code complément à 2 possible.

Ressources : 5 blocs numériques et 3 blocs analogiques SC.

**TRIADC8** ; identique en résolution fixe de 8 bits.

# Les amplificateurs analogiques



**AMPINV** : Amplificateur inverseur, 18 valeurs de gain programmable jusqu'à -47 (sauf pour les familles CY8C25/26xx).

Ressources : 1 seul bloc analogique CT.

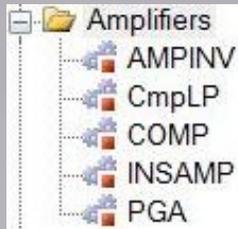
**INSAMP** : Amplificateur d'instrumentation structure à 2 ou 3 AOP. L'amplification programmable va de 2 à 16 pour la structure 2 AOP et jusqu'à 96 avec celle à 3 AOP.

Ressources : 2 blocs analogiques CT + 1 SC si structure 2 AOP.

**PGA** : Amplificateur à gain programmable, 31 valeurs de gain jusqu'à 48 (sauf pour les familles CY8C25/26xx).

Ressources : 1 seul bloc analogique CT.

# Les comparateurs analogiques



**COMP** : Comparateur analogique de deux signaux, la structure est à choisir parmi 6 typologies, détection du passage par 0, seuil ajustable, hystérésis (H) et/ou différentiel (D).

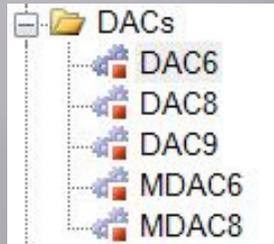
Ressources : 1 seul bloc analogique CT (2 pour les comparateurs différentiels).

Name	Schematic	Waveform
COMPZ		
COMPA		
COMPH		
COMPW		
COMPD		
COMPDH		

**CmpLP** : Comparateur à seuil programmable. Son entrée provient uniquement du multiplexeur analogique de sa colonne et sa sortie est uniquement le « CompBus ».

Ressources : 1 seul bloc analogique CT

# Les convertisseurs numériques analogiques



DACx : Convertisseur en sortie tension de 6, 8 ou 9 bits de résolution, entrée possible en code complément à 2, avec ou sans offset.

Ressources : 1 bloc analogique SC pour DAC6, 2 pour DAC8 et DAC9.

MDACx : Multiplieur 4 quadrants d'une tension analogique avec un nombre représenté sur 6 ou 8 bits. Formats du nombre possibles en code complément à 2, avec ou sans offset, signe + module.

Ressources : 1 bloc analogique SC pour MDAC6, 2 pour MDAC8.

# Le générateur DTMF (Dual Tone Multiple Frequency)

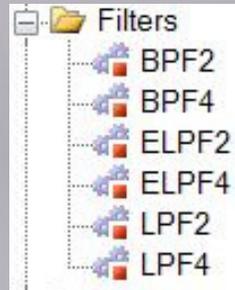


$f_r / f_c$	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A a
770 Hz	4	5	6	B b
852 Hz	7	8	9	C c
941 Hz	*	0	#	D d

La sortie est une tension centrée sur 2,6V pleine échelle composée de la somme de deux sinusoides (tons) de fréquences sélectionnables.

Ressources : 1 bloc analogique SC et 1 bloc numérique.

# Les filtres analogiques



Pour tous les filtres : La fréquence d'échantillonnage est un paramètre important dans leur configuration, elle doit être commune à tous les blocs. Plusieurs topologies de placement sont possibles influençant les possibilités de connexion en amont et en aval du module. La configuration du filtre est facilitée par l'outil « Wizard » (diapo suivante). Ressources : 2 blocs analogiques SC pour les 2<sup>nd</sup> ordre, 4 pour les 4<sup>ème</sup> ordre.

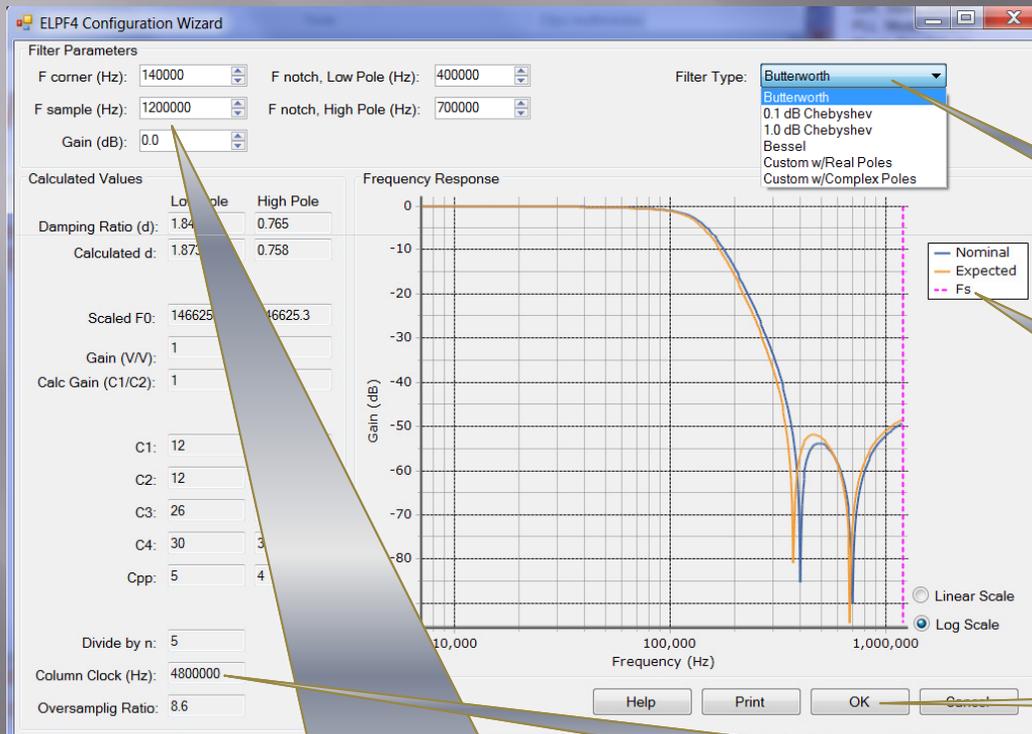
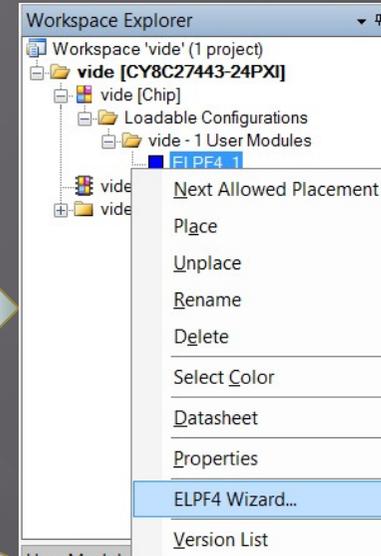
BPFx : Filtres passe bande du 2<sup>nd</sup> et 4<sup>ème</sup> ordre , fréquence centrale et coefficient de qualité programmable.

LPFx : Filtres passe bas du 2<sup>nd</sup> et 4<sup>ème</sup> ordre , gain et fréquence de coupure programmable.

ELPFx : Filtres elliptiques passe bas du 2<sup>nd</sup> et 4<sup>ème</sup> ordre, gain et fréquence de coupure programmable (de 20 Hz à 150 kHz).

# Le « Wizard » des filtres analogiques

Pour tous les filtres : Une fois la topologie choisie et le filtre placé, clic droit sur le filtre dans « Workspace Explorer » puis « xxPFx Wizard... ».



Type de filtre

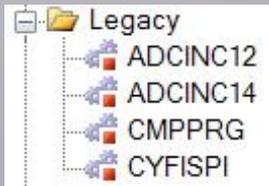
Réponses nominale et attendue

Validation

Fréquence d'échantillonnage et autres paramètres du filtre

Fréquence à placer sur la/les colonnes (=4.Fsample)

# Les anciens modules analogiques



**ADCINC1x** : Convertisseur analogique numérique incrémental 12 ou 14 bits en code complément à 2. Plusieurs gammes de tension d'entrée sélectionnables.

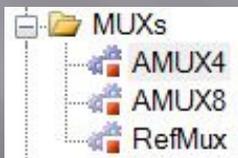
Ressources : 1 bloc analogique SC et 2 numériques pour le 12 bits, 4 pour le 14 bits.

**CMPPRG** : Comparateur à seuil programmable.

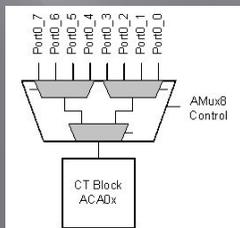
Ressources : 1 seul bloc analogique CT

**CYFISPI** : Module numérique pour liaison SPI vers Modem radio Cyfi.

# Les multiplexeurs analogiques



**RefMUX** : Multiplexeur analogique pour placer une des 3 références de tension (AGND, REFLO, REFHI) sur un bus analogique de sortie. Ressources : 1 seul bloc analogique CT



**AMUXx** : Multiplexeur analogique pour l'entrée du bloc CT. 4 ou 8 entrées et leur place est dédiée. pas de bloc utilisé.