Traitement du signal :

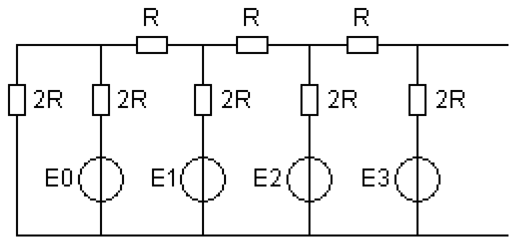
Convertisseur Numérique/Analogique :

$U = q N$
q est appelé quantum (variation moyenne de tension correspondant à deux valeurs numériques successives).

$q = r E$
r est appelé résolution ($r = 1/2^n$). E est la tension pleine échelle.

En résumé, $U = E \times N / 2^n$.

Cette tension, qui n'atteint jamais E, est générée par un réseau R/2R :



La première source peut être modélisée par une source de courant Eo/2R avec 2R en parallèle
Ainsi, les 2 résistances de 2R sont équivalentes à une résistance R.
Donc ces 3 premiers dipôles peuvent être modélisés par une source de tension R(Eo/2R) = Eo/2 et une résistance série R, qui devient 2R avec la résistance suivante.
Donc le courant de court-circuit créé par les 2 premiers générateurs vaut (Eo/2)/2R + E1/2R
La résistance en parallèle vaut R, donc Eth = Eo/4 + E1/2, et avec la résistance suivante Rth = 2R
Donc les 3 premiers générateurs débitent In = (Eo/4 + E1/2)/2R + E2/2R dans Rn = R
Donc ils sont équivalents à Eth = Eo/8 + E1/4 + E2/2 et Rth = 2R
Donc la fem de ces 4 générateurs vaut E3/2 + E2/4 + E1/8 + Eo/16

Convertisseurs Analogique/Numérique :

La valeur numérique est donnée par : $N = 2^n U/E$.

CAN parallèle :

Il s'agit de faire $2^n - 1$ comparaisons simultanées. C'est donc le plus rapide.
lorsque le signal d'entrée évolue, les bits de la valeur numérique doivent changer un par un, pour éviter les erreurs de conversion (code Gray).

Convertisseur 4 bits :

Les équations sont :
$S_3=E_8$ $S_2=E_4.E_{12}/$ $S_1=E_2.E_6/+E_{10}.E_{14}/$
$S_o=E_1.E_3/+E_5.E_7/+E_9.E_{11}/+E_{13}.E_{15}/$

La conversion en binaire naturel s'effectue de la manière suivante :
$N3=S3$ $N2=S3 \oplus S2$
$N1=N2 \oplus S1$ $No=N1 \oplus So$

E15,,,			,,,E1	S3,,,S0
000	0000	0000	0000	0000
000	0000	0000	0001	0001
000	0000	0000	0011	0011
000	0000	0000	0111	0010
000	0000	0000	1111	0110
000	0000	0001	1111	0111
000	0000	0011	1111	0101
000	0000	0111	1111	0100
000	0000	1111	1111	1100
000	0001	1111	1111	1101
000	0011	1111	1111	1111
000	0111	1111	1111	1110
000	1111	1111	1111	1010
001	1111	1111	1111	1011
011	1111	1111	1111	1001
111	1111	1111	1111	1000

Une conversion 12 bits s'effectue probablement en deux temps :
- d'abord une approximation grossière (les six premiers bits)
- puis une approximation fine de la différence entre la valeur réelle et la valeur grossière.

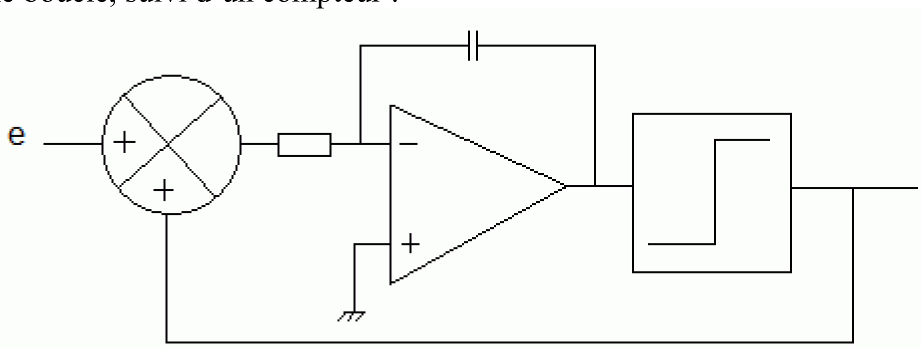
CAN à approximations successives :

Il s'agit d'un CNA, avec un comparateur et une logique câblée.

C'est le même principe que les balances d'autrefois :
- On essaye 2Kg. Si c'est trop lourd, on l'enlève.
- Puis on ajoute 1Kg. Si c'est trop lourd, on l'enlève.
- Puis on ajoute 500g. Si c'est trop lourd, on l'enlève.
- Etc…

CAN delta-sigma :

C'est un système bouclé, suivi d'un compteur :



Il est très précis, mais très lent par rapport à la fréquence du compteur.
Un calcul immédiat donne : $-(e - V)(1 - \alpha) = (e + V)\alpha$
donc $e = V(1 - 2\alpha)$

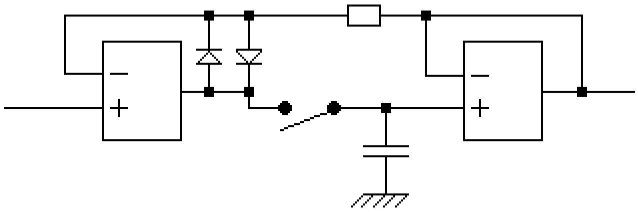
Linéarisation :

Cette formule sert à décomposer une fonction non linéaire en arcs de parabole :
$f(a+h)=f(a) +h[f(a+x)-f(a-x)]/(2x) +h^2[f(a+x)-2f(a)+f(a-x)]/(2x^2)$
$-x/2< h <x/2$

Echantillonneur-bloqueur :

Il assure la stabilité d’un signal BF pendant la conversion ou la restitution.

Schéma de principe :



Le rebouclage sur le premier ‘ampli op’ permet d’éliminer l’imperfection du deuxième.
Les diodes permettent d’éviter la saturation du premier ‘ampli op’ pendant le blocage.

Théorème de convolution discrète :

La sortie d’un échantillonneur-bloqueur va être envoyée sur l’entrée e(t), d’un système de transmittance G,
telle qu’un palier d’entrée normalisé $e(0) = \delta$, va donner une réponse temporelle $s(t) = \delta g(t)$.

D’après un principe de superposition, la réponse à une série de paliers d’amplitudes quelconques, est la somme temporelle des réponses consécutives : $s(t) = \Sigma\, e(n\tau)g(t - n\tau)$.

Filtres numériques :

Les haut-parleurs sont contrôlés en vitesse : Plus la fréquence est basse, plus le déplacement de la membrane dure longtemps, donc plus l'amplitude est élevée. Pour éviter la saturation, il est parfois nécessaire d'atténuer les graves sur le premier octave : C'est le rôle des filtres passe-haut.
Le principal intérêt d'un filtre numérique est d'être facilement paramétrable. Les dérivées sont calculées par soustractions…
Les suites du genre $S_{+1} = 0,99\ S$, permettent une lente décroissance de S, après ‘excitation’…
Le principe ‘$S_{-1} - S_{-2}$’ permet de produire un effet ‘mémoire de pente’.

Passe-bas :

Equation différentielle :

$$LC\hat{S} + RC\acute{S} + S = E$$
$$\hat{S}/\omega o^2 + 2m\acute{S}/\omega o + S = E$$

Equation de récurrence :

τ : période de récurrence

$$[(S - S_{-1}) - (S_{-1} - S_{-2})]/(\omega o\tau)^2 + 2m[S - S_{-1}]/(\omega o\tau) + S = E$$
$$[1/(\omega o\tau)^2 + 2m/(\omega o\tau) + 1]S = - S_{-2}/(\omega o\tau)^2 + [2/(\omega o\tau)^2 + 2m/(\omega o\tau)]S_{-1} + E$$

$S_{-2}=S_{-1}=S \Rightarrow S=E$

réponse à un échelon :

1	0	-111
2	78	238
3	223	128
4	426	
5	676	
6	966	
7	1288	
8	1635	
9	2002	
10	2382	
11	2771	
12	3165	
13	3560	
14	3953	
15	4341	
16	4722	
17	5093	
18	5454	
19	5802	
20	6136	
21	6457	
22	6762	
23	7053	
24	7327	
25	7586	
26	7830	
27	8058	
28	8271	
29	8469	
30	8653	
31	8823	
32	8980	
33	9123	
34	9255	
35	9375	
36	9484	
37	9582	
38	9671	
39	9750	
40	9821	
41	9884	
42	9939	
43	9988	
44	10030	
45	10066	
46	10097	
47	10123	
48	10145	
49	10163	
50	10177	
51	10187	
52	10195	
53	10201	
54	10204	
55	10205	*
56	10204	
57	10202	
58	10198	
59	10194	
60	10188	
61	10182	
62	10175	
63	10168	
64	10160	
65	10153	

Passe-haut :

Equation différentielle :

$LC\hat{S} + LG\acute{S} + S = LC\hat{E}$

$\hat{S}/\omega o^2 + 2m\acute{S}/\omega o + S = \hat{E}/\omega o^2$

Equation de récurrence :

$[1/(\omega o\tau)^2 + 2m/(\omega o\tau) +1]S = - S_{-2}/(\omega o\tau)^2 +[2/(\omega o\tau)^2 + 2m/(\omega o\tau)]S_{-1} +\gamma[E - 2E_{-1} + E_{-2}]/(\omega o\tau)^2$

$E = Cte \Rightarrow S_\infty = 0$
$\Delta S \approx \Delta E$ sur τ.

Passe-bande :

Equation différentielle :

$RC\hat{S} + \acute{S} + (R/L)S = \acute{E}$

$\hat{S}/\omega o^2 + 2m\acute{S}/\omega o + S = 2m\acute{E}/\omega o$

Equation de récurrence :

$[1/(\omega o\tau)^2 + 2m/(\omega o\tau) +1]S = - S_{-2}/(\omega o\tau)^2 + [2/(\omega o\tau)^2 + 2m/(\omega o\tau)]S_{-1} + 2m[E - E_{-1}]/(\omega o\tau)$

Calcul de spectre :

Série de Fourrier :

Toute fonction périodique peut se mettre sous la forme :

$F(t) = Ao + \Sigma\, [An \cos (n\omega t) + Bn \sin (n\omega t)]$

Avec $Ao = (1/T) \int f(t)dt = (1/2\pi) \int f(\theta)\, d\theta$
$An = (2/T) \int f(t) \cos (n\omega t)\, dt = (1/\pi) \int f(\theta) \cos (n\theta)\, d\theta$
$Bn = (2/T) \int f(t) \sin (n\omega t)\, dt = (1/\pi) \int f(\theta) \sin (n\theta)\, d\theta$

Les intégrales étant définies sur une période complète.
$\omega T = 2\pi$.

Si f(t) est impaire :
- tous les An sont nuls
- L'intégrale de Bn vaut deux fois la même intégrale sur une demi-période, à partir de 0.

Si f(t) est paire :
- tous les Bn sont nuls
- L'intégrale de An vaut deux fois la même intégrale sur une demi-période, à partir de 0.

Les amplitudes de la fréquence fondamentale et des harmoniques valent : $Cn = \sqrt{(An^2 + Bn^2)}$.

Application :

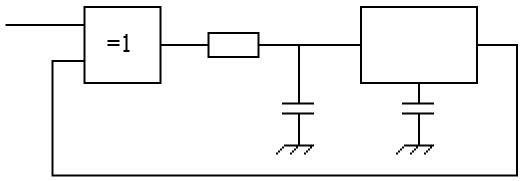
Avec j échantillons par périodes, et t la période d'échantillonnage :
$A_n = (2/j) \sum f(i\tau) \cos(2\pi ni/j)$ avec i variant de 0 à j – 1.

Cette formule suppose que le calcul s'effectue sur exactement une période du signal, mais dans la réalité, la fréquence d'échantillonnage n'est pas un multiple précis de la fréquence du signal… En général, ces calculs s'effectuent sur au moins cinq périodes, avec application d'une 'fenêtre' temporelle…

Effet Doppler :

Lorsque qu'un émetteur s'approche d'un récepteur, ce dernier reçoit une fréquence plus élevée :
Supposons que l'émetteur envoie un top à `t=0` et `x=0` ; Le récepteur situé à cet instant à une distance d, recevra ce top à `t=d/c`.
Le nouveau top sera envoyé à `t=T` et `x=vT`, puis reçu à `t=T+(d-vT)/c`.
La période du signal reçu sera donc `T'=T(1-v/c)`.

Boucle à verrouillage de phase :



$F = K.V_c$

Pendant la période T_o :
l'angle du signal de l'oscillateur bouge de $2\pi F.T_o - 2\pi = 2\pi(F.T_o - 1)$

Il atteint 2π en $\Delta T = T_o / (F.T_o - 1) = 1/(F - F_o)$ donc π en $1/[2(F - F_o)]$

Donc V_{moy} évolue de $-U$ en $1/[2(F - F_o)]$
Donc $V_{moy}' = 2U(F_o - F)$

$RC.V_c' + V_c = V_{moy}$ donc $RCV_c'' + V_c' = 2U(F_o - F)$ donc $[RC/(2KU)]F'' + F'/(2KU) + F = F_o$