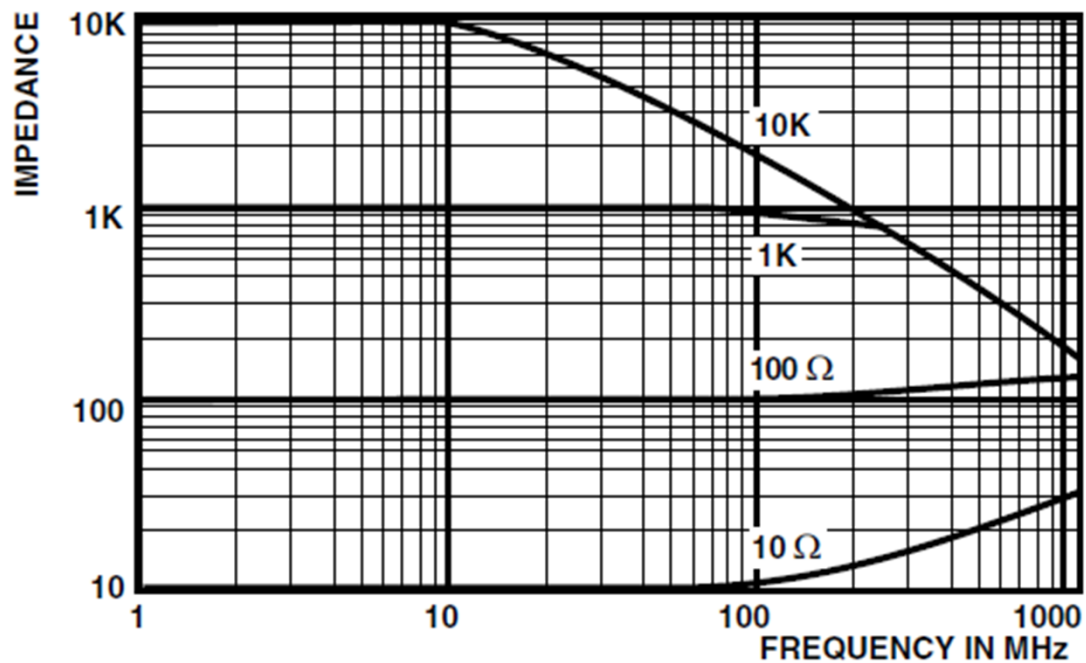
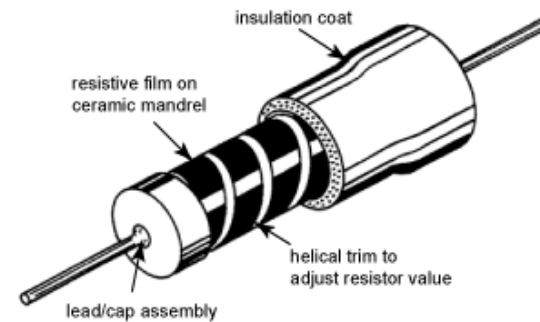


Comportement fréquentiel de composants passifs

Olivier Briat

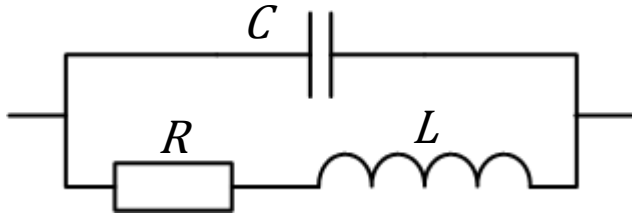
Résistances

Technologie traversante à couche de carbone



Extrait datasheet Vishay
série E24, 1/4W
www.vishay.com

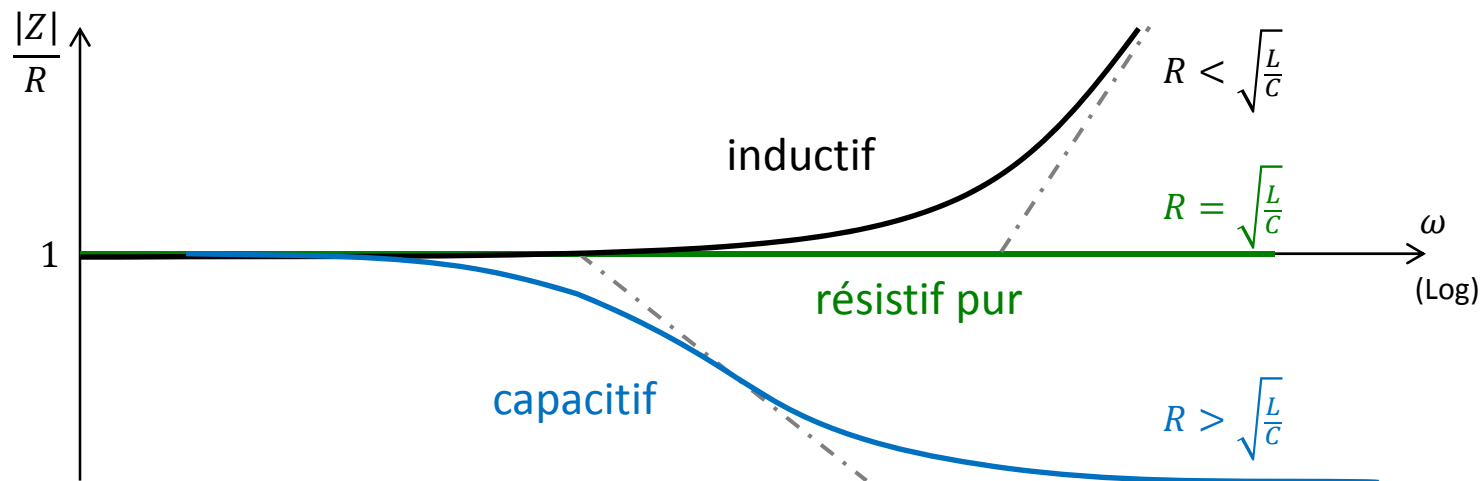
Résistances



$$\underline{Z} = R \cdot \frac{1 + j\frac{L}{R}\omega}{1 + jRC\omega + LC(j\omega)^2}$$

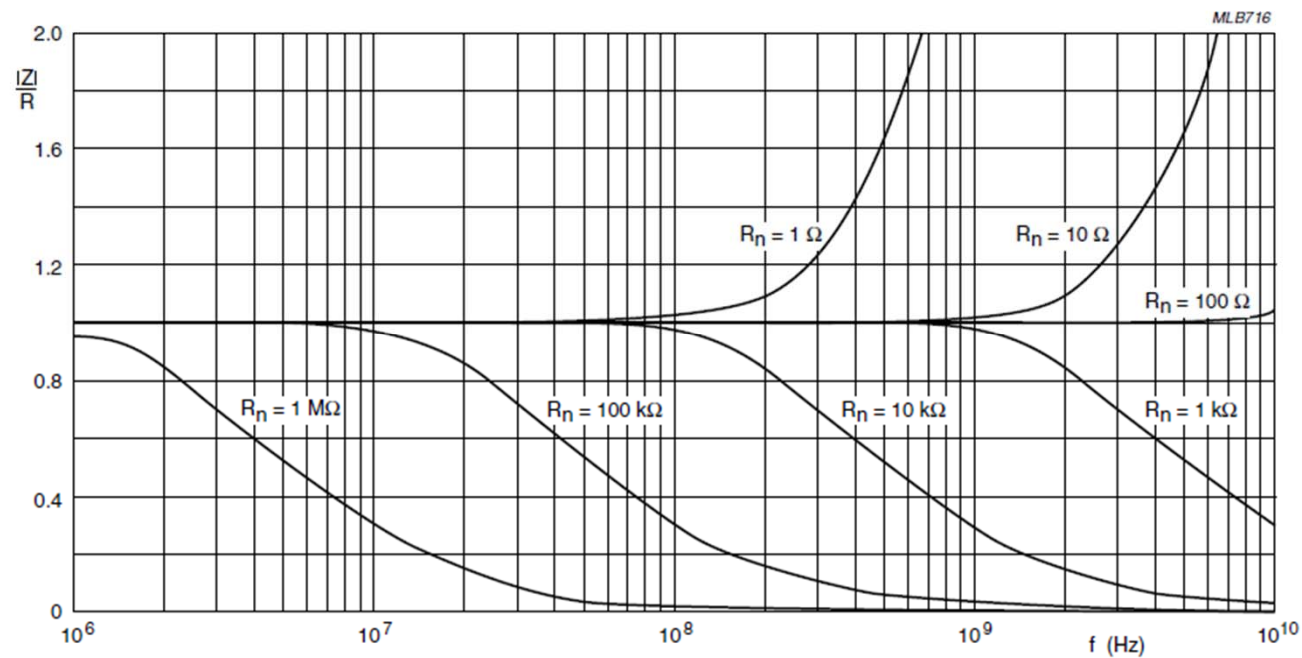
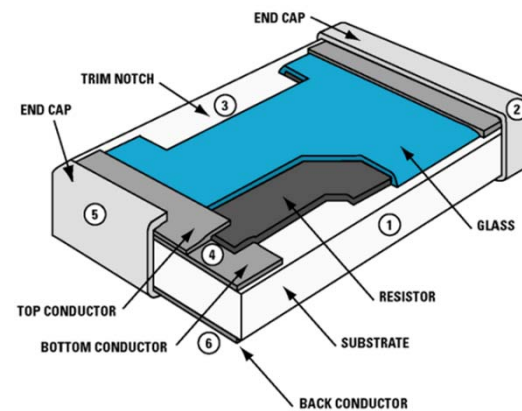
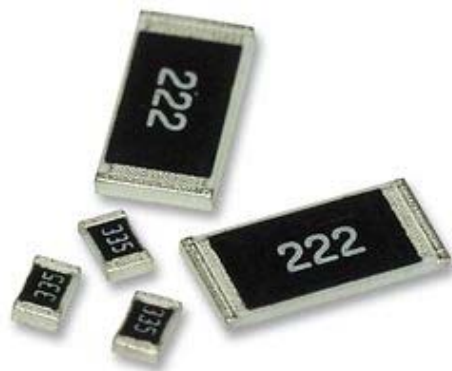
En pratique $LC\omega^2 \ll 1$

donc : $\underline{Z} \simeq R \cdot \frac{1 + j\frac{L}{R}\omega}{1 + jRC\omega}$ pour $R = \sqrt{\frac{L}{C}}$ alors $Z = R$



Résistances

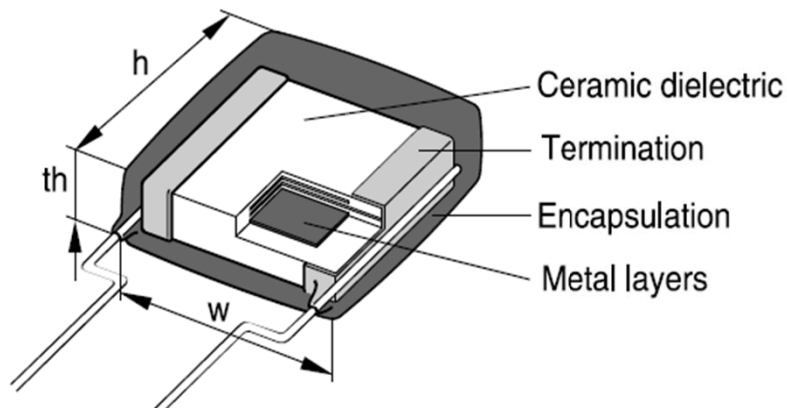
Technologie à montage en surface (CMS)



Extrait datasheet Vishay
boîtier 0603 (1.6mmx0.8mm)
www.vishay.com

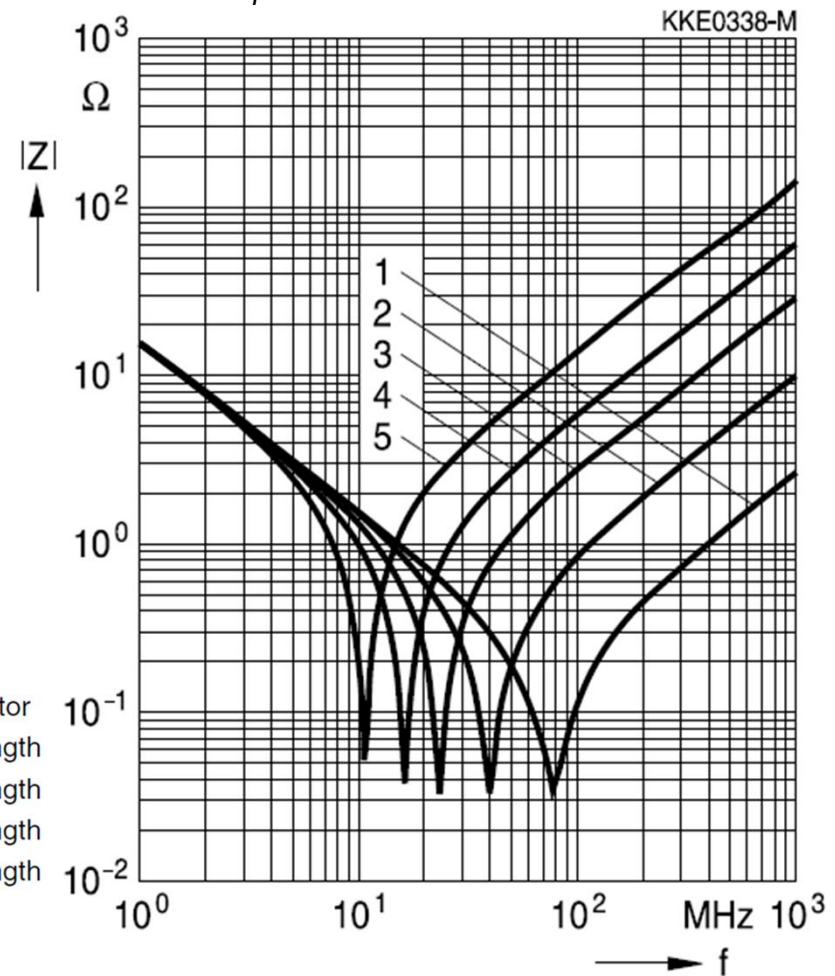
Condensateurs céramique multicouche (MLCC)

Technologie traversante



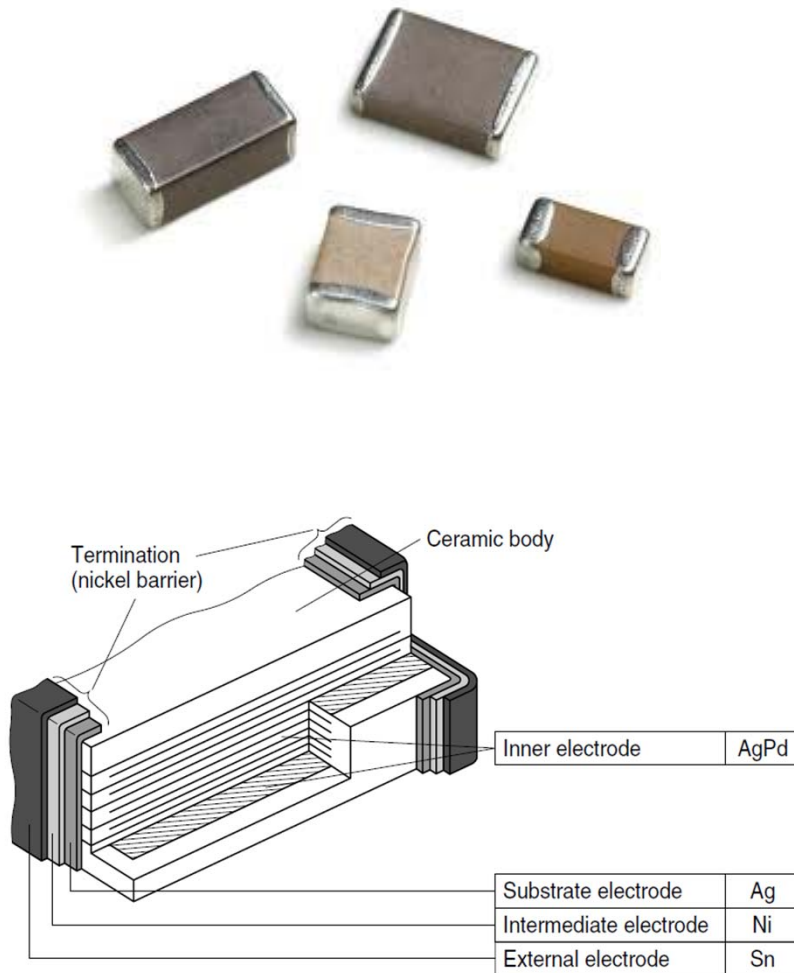
- 1: SMD chip capacitor
- 2: 1.5 mm lead length
- 3: 5.0 mm lead length
- 4: 10.0 mm lead length
- 5: 20.0 mm lead length

Extrait datasheet Epcos
MLCC leaded (COG)
www.epcos.com

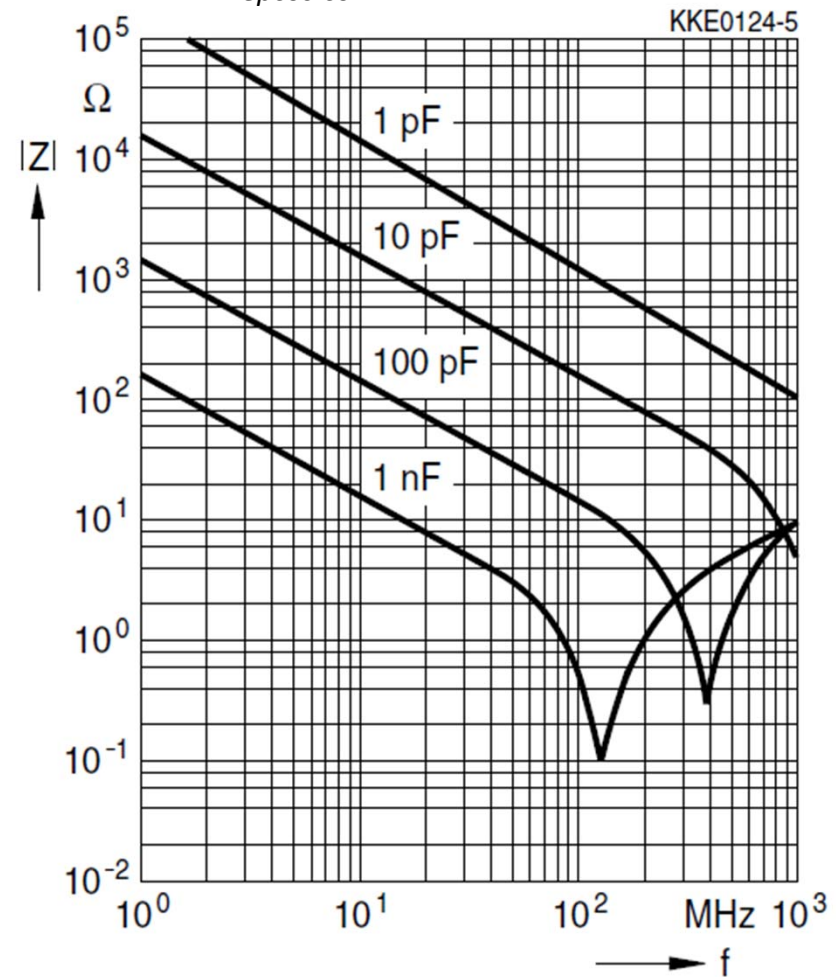


Condensateurs céramique multicouche (MLCC)

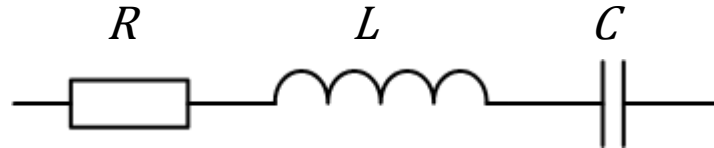
Technologie CMS



Extrait datasheet Epcos
MLCC SMT (COG)
www.epcos.com



Condensateurs céramique multicouche (MLCC)

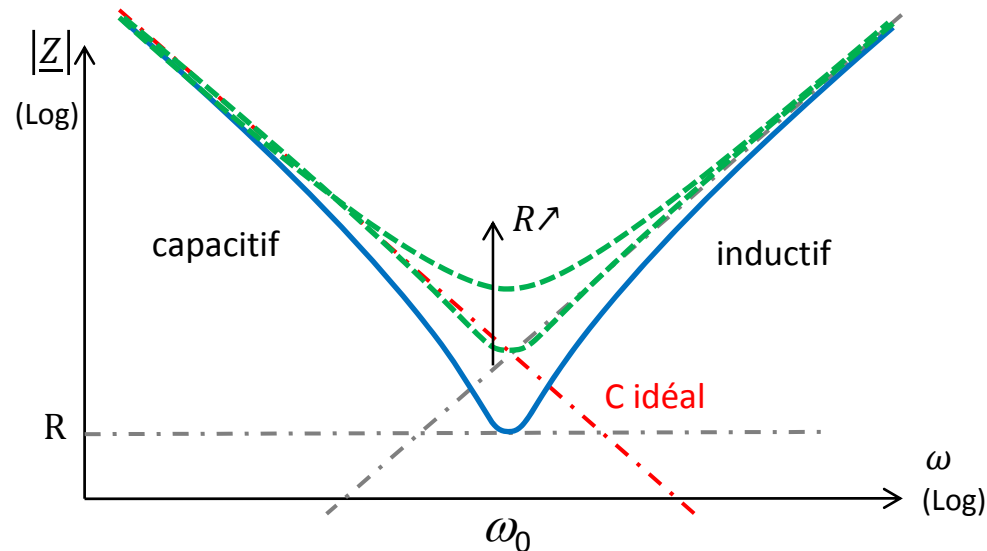


$$\underline{Z} = R + jL\omega + \frac{1}{jC\omega}$$

$$|\underline{Z}| = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

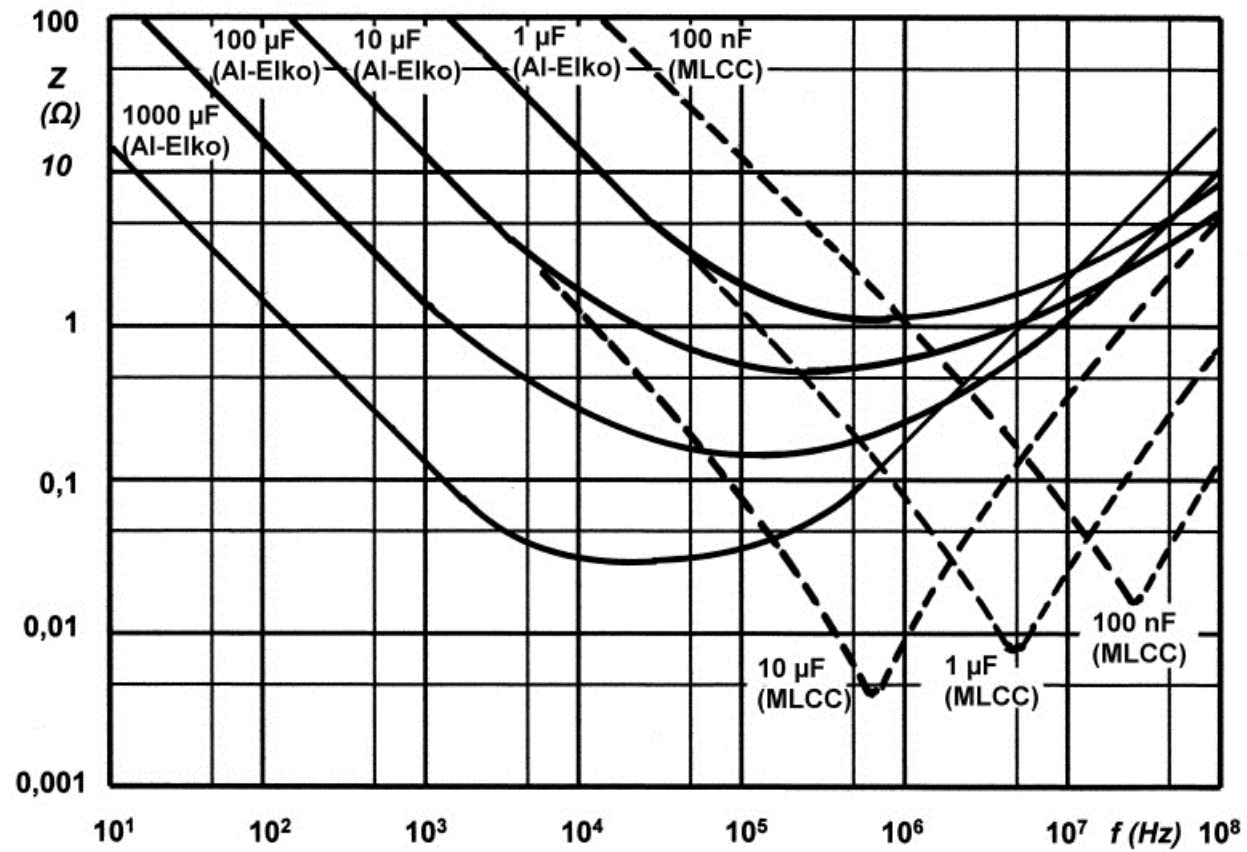
Fréquence de résonance $f_0 = \frac{1}{2\pi\omega_0}$ avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

- $\omega = \omega_0$, $Z = R$
- $\omega \ll \omega_0$, $Z \simeq \frac{1}{C\omega}$
- $\omega \gg \omega_0$, $Z \simeq L\omega$



- $Z(\omega)$ possède un minimum, caractéristique d'une résonance de type « série »
- Pour $R = \sqrt{L/C}$ la courbe de Z passe par le point d'intersection des asymptotes

Comparaison MLCC/électrolytiques

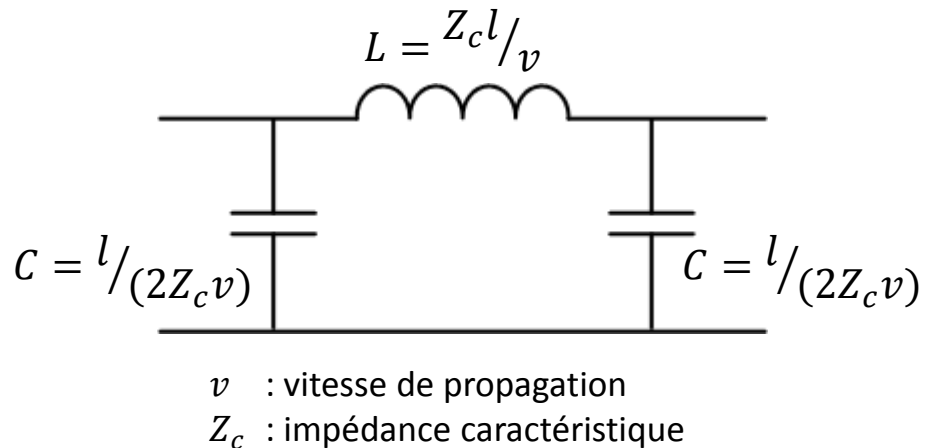


Application des condensateurs au découplage des circuits logiques

Problématique:

Aux fréquences élevées, l'impédance des fils d'alimentation a une influence sur la tension aux bornes des circuits

Schéma équivalent (modèle en Π) d'un tronçon de ligne sans pertes et de longueur $l < \lambda$



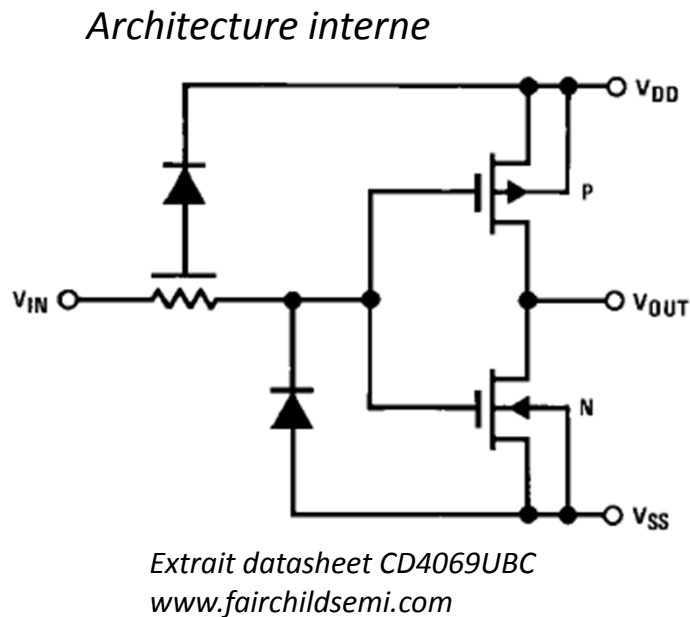
Exemple: câble coaxial RG58 :

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}} \quad Z_c = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \ln \frac{D}{d}$$

$$\begin{aligned} v &\simeq 2.10^8 \text{ m/s} & Z_c &= 50 \Omega \\ C_\ell &\simeq 100 \text{ pF/m} & L_\ell &\simeq 250 \text{ nH/m} \\ C_\ell, L_\ell &: \text{capacité et inductance linéiques} \end{aligned}$$

Application des condensateurs au découplage des circuits logiques

Cas de l'inverseur CMOS (CD4069)

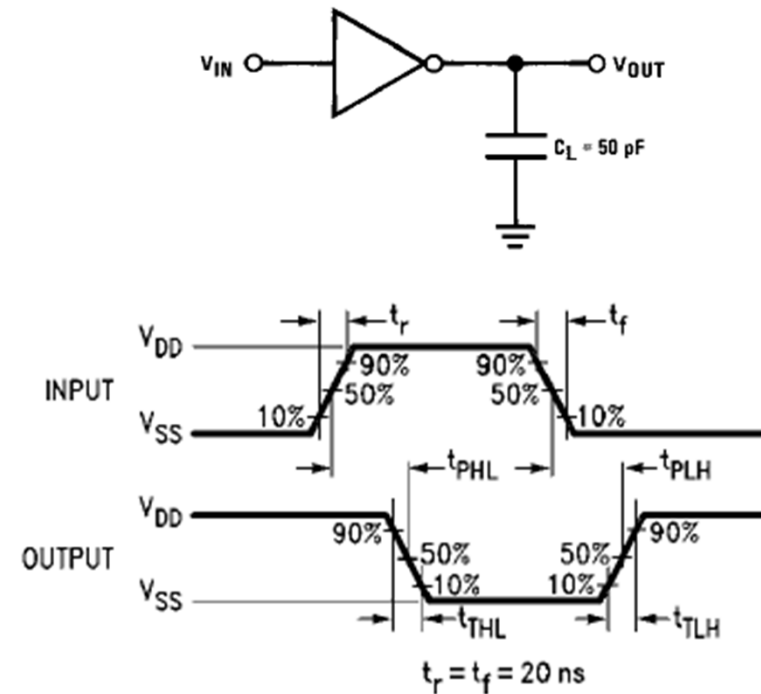


Hypothèses:

MOS passant = résistance

MOS bloqué = circuit ouvert

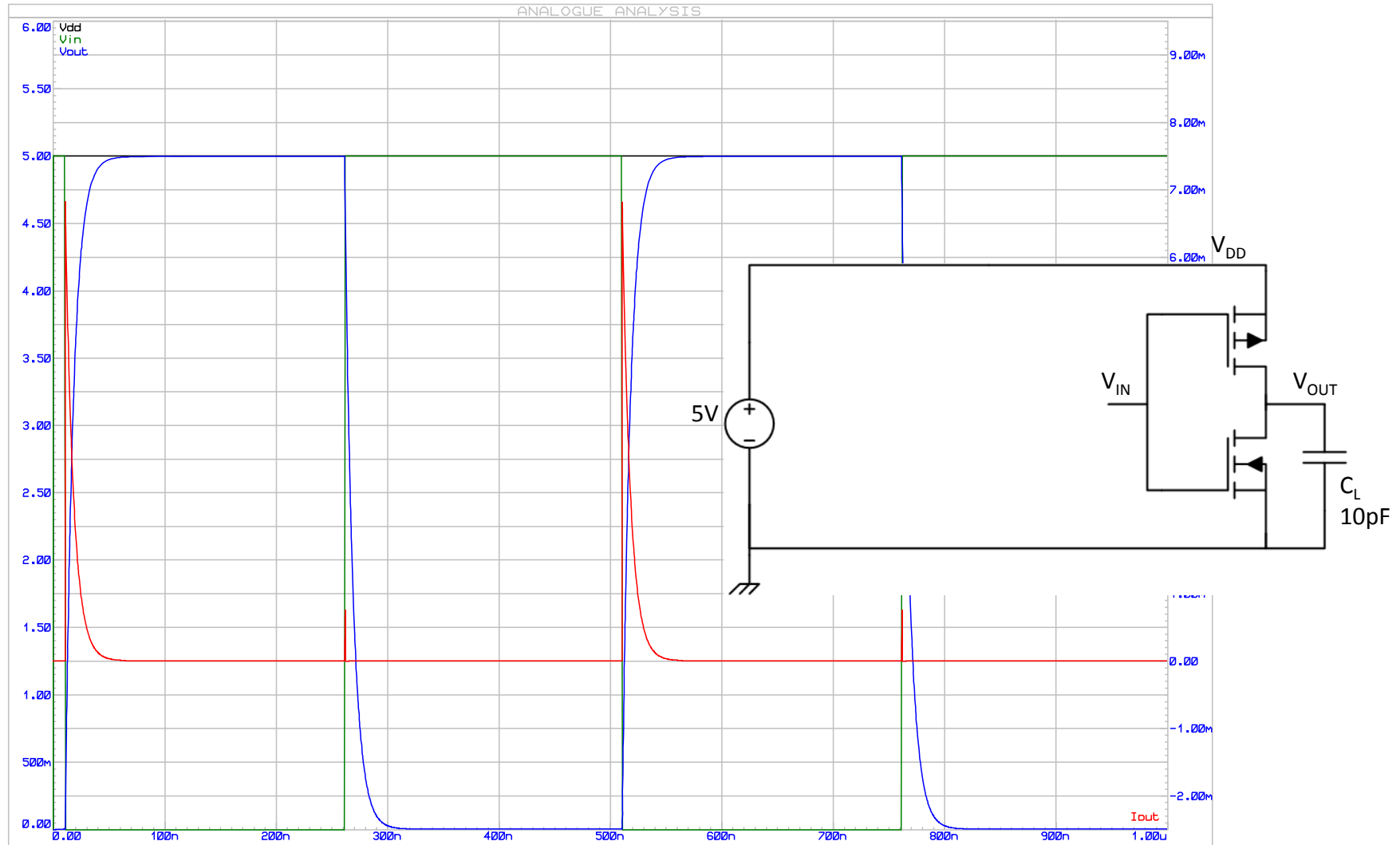
Caractéristiques dynamiques



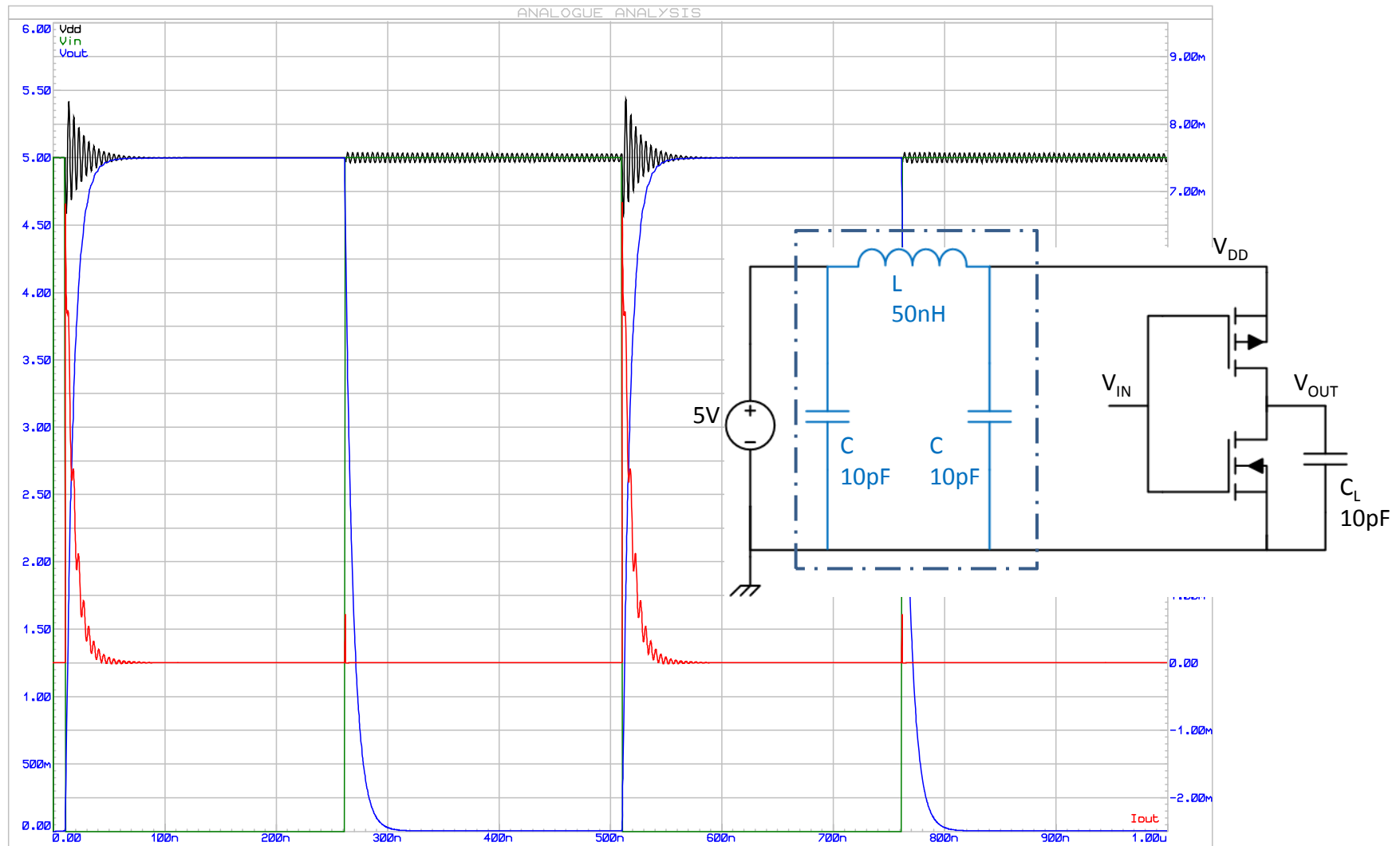
Temps de montée $t_{TLH} = 80 \text{ ns}$ (typ. @ $V_{DD} = 5 \text{ V}$)

$$R_{PMOS} = \Delta t_{TLH} / 2.2 C_L \approx 730 \Omega$$

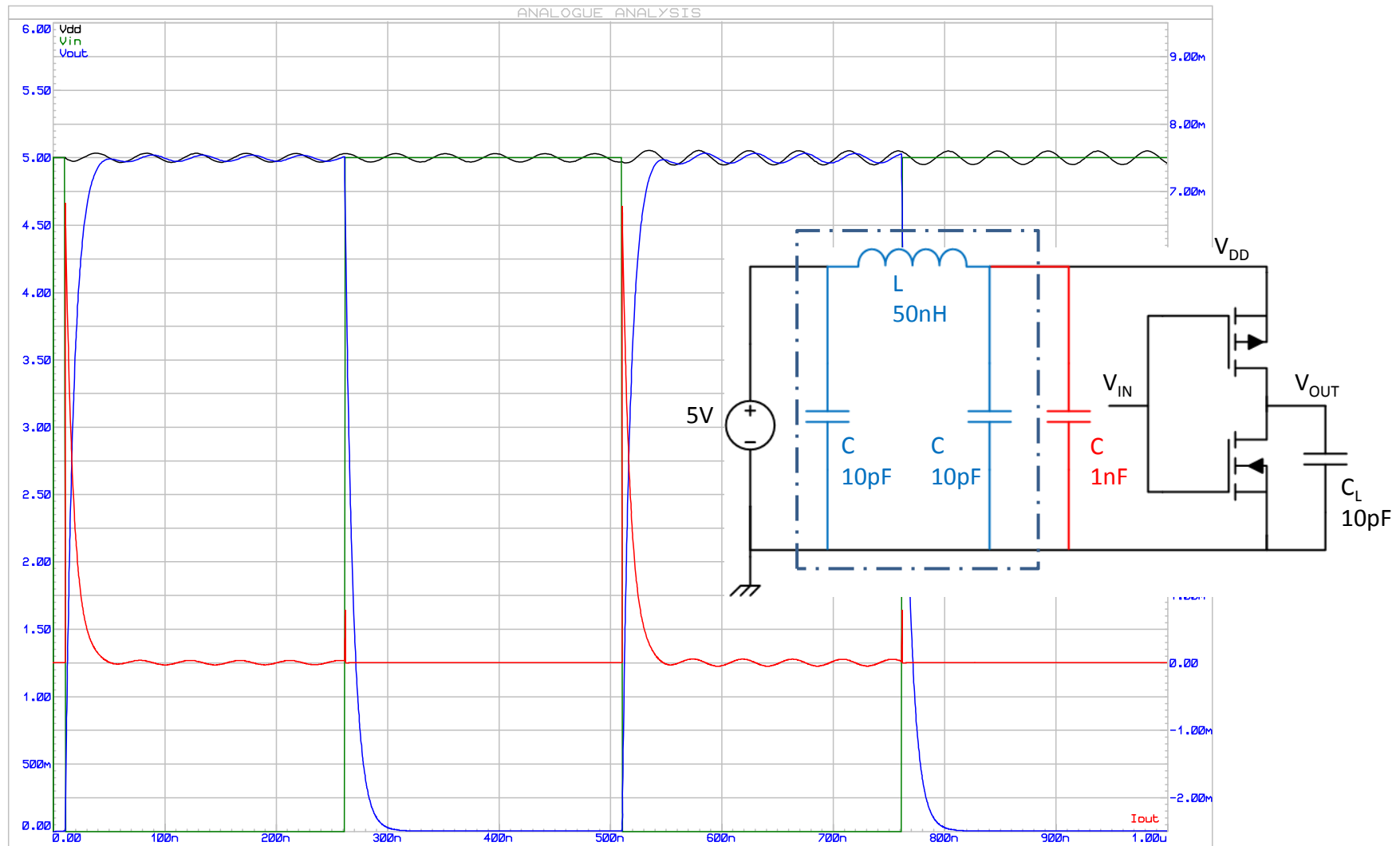
Inverseur CMOS avec ligne d'alimentation idéale



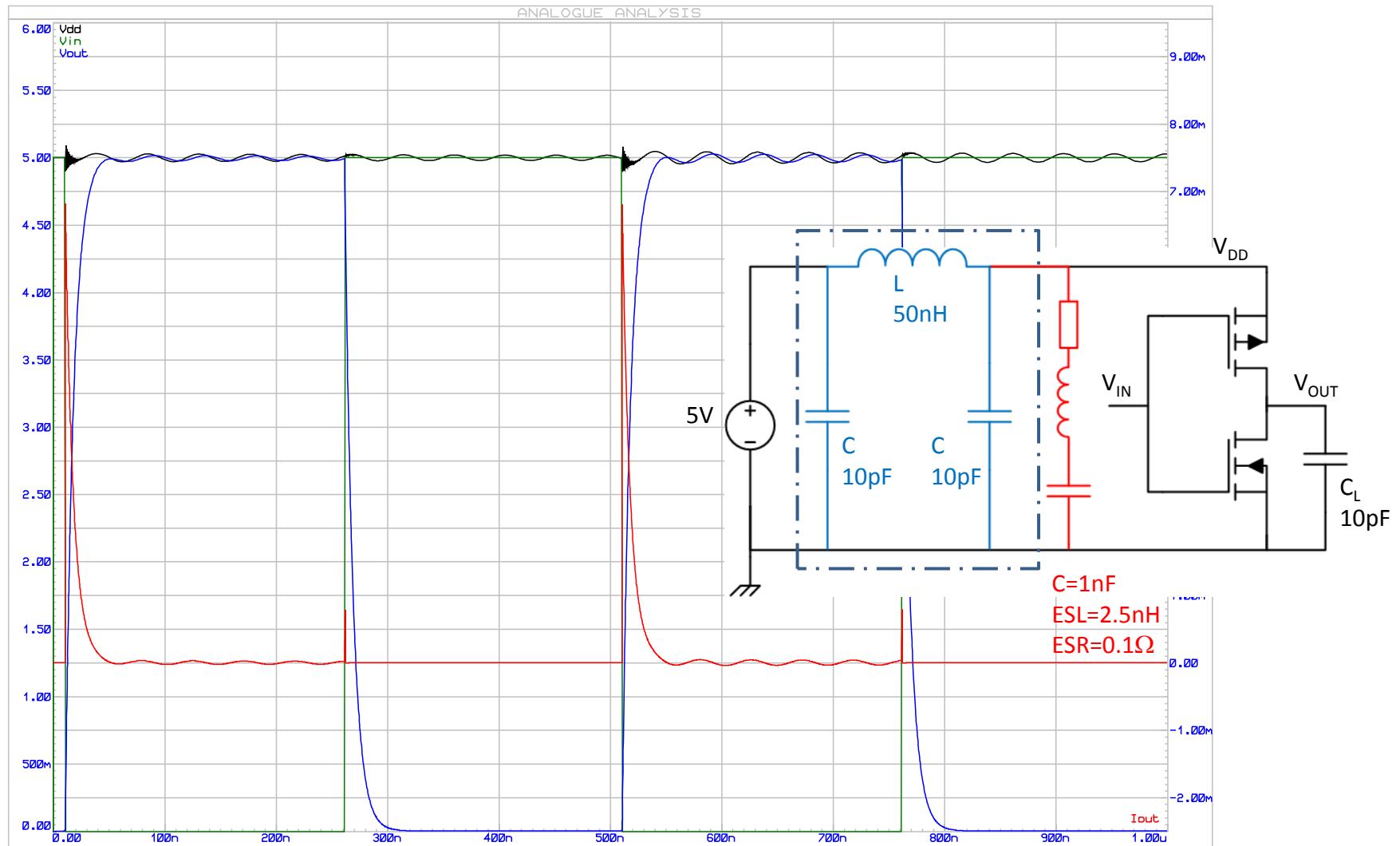
Inverseur CMOS avec modèle de ligne d'alimentation et sans découplage



Inverseur CMOS avec modèle de ligne d'alimentation et avec découplage par C idéal



Inverseur CMOS avec modèle de ligne d'alimentation et avec découplage par C « réel »



Inductances

Technologie traversante

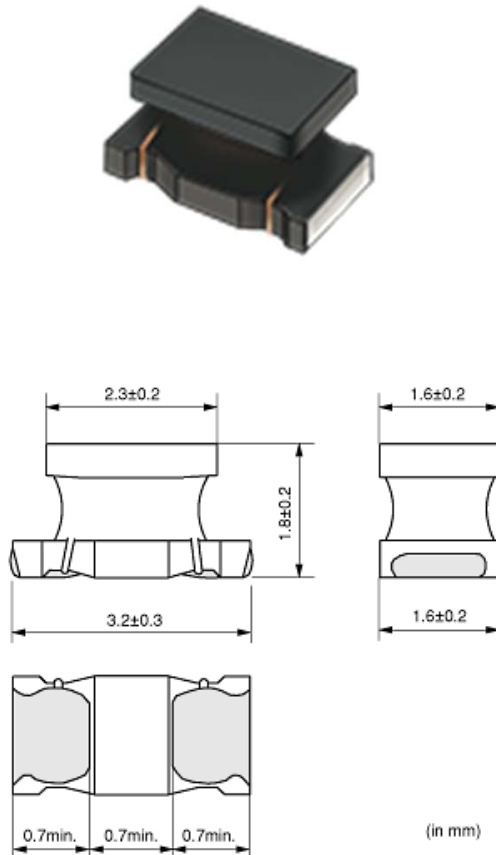


Technologie CMS

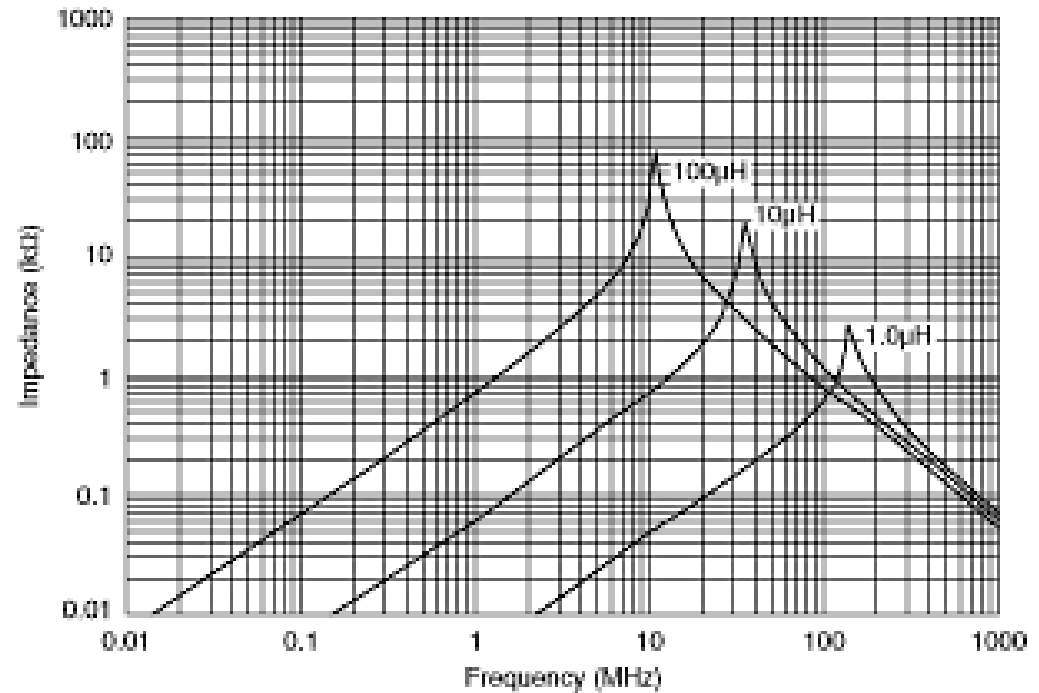


Inductances

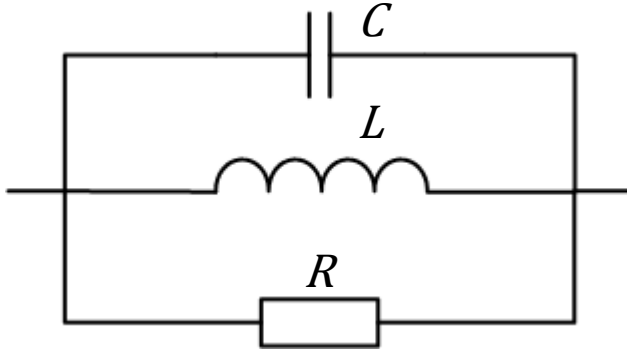
Exemple d'inductances CMS (boîtier 1206)



Extrait datasheet Murata
Inductance LQH31CN
www.murata.com



Inductances

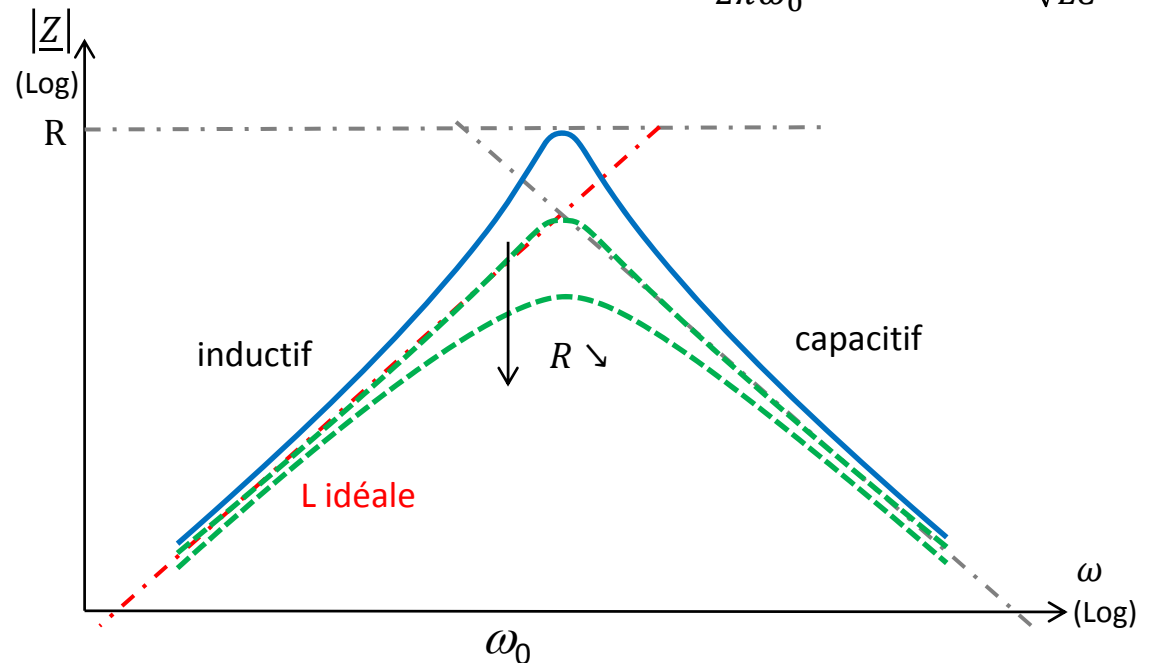


$$\underline{Y} = \frac{1}{R} + \frac{1}{jL\omega} + jC\omega$$

$$|\underline{Z}| = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(C\omega - \frac{1}{L\omega}\right)^2}}$$

Fréquence de résonance $f_0 = \frac{1}{2\pi\omega_0}$ avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

- $\omega = \omega_0, Z = R$
- $\omega \ll \omega_0, Z \simeq L\omega$
- $\omega \gg \omega_0, Z \simeq \frac{1}{C\omega}$



- $Z(\omega)$ possède un maximum, caractéristique d'une résonance de type « parallèle »
- Pour $R = \sqrt{L/C}$ la courbe de Z passe par le point d'intersection des asymptotes