

6.3 Proiectarea pentru integritatea alimentării

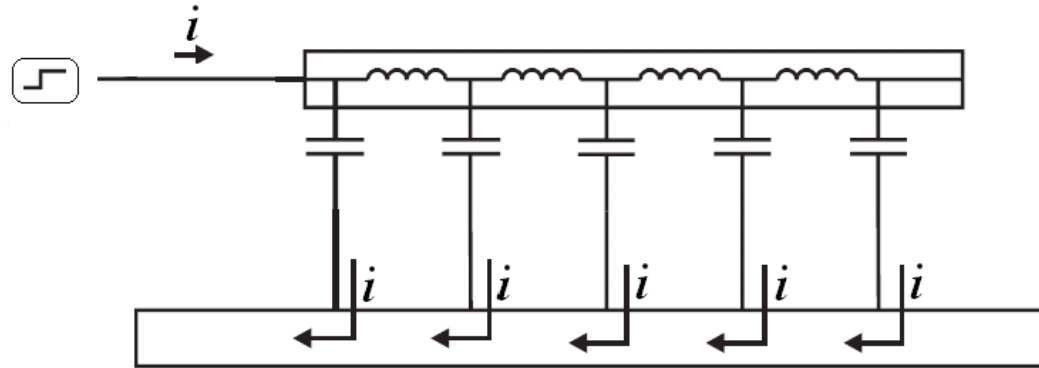


Dr. Ing. Marius RANGU
Universitatea “Politehnica” Timișoara
Facultatea de Electronică și Telecomunicații
2009

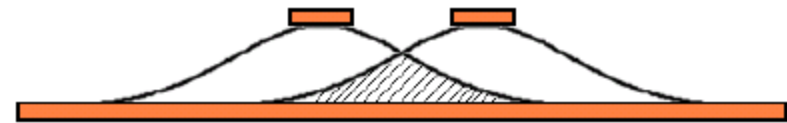
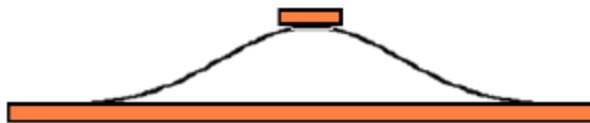


1. Perturbarea planurilor de alimentare

Curenții de retur

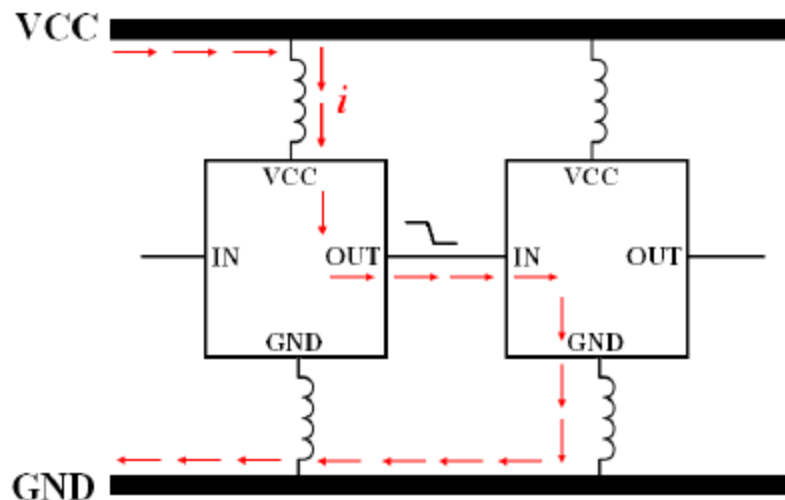


- Cuplajul unui traseu conductor cu planul de referință determină apariția, chiar înainte ca semnalul să ajungă la sarcină, a unui curent de întoarcere ce parcurge planul
- Densitatea de curent în planul de referință este maximă în imediata vecinătate a traseului



- Gradientul densității de curent reprezintă o cale de cuplare galvanică a perturbațiilor (cuplaj prin planul de referință)

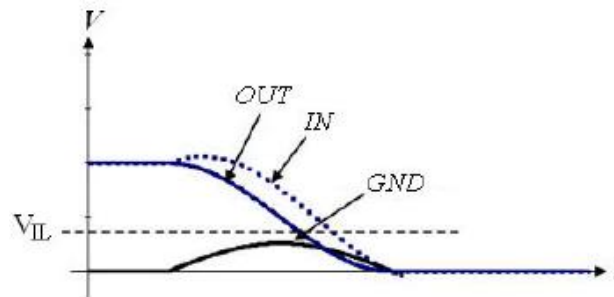
Curenții de alimentare



$$V_{GND} = L_{GND12} \cdot \frac{di}{dt}$$

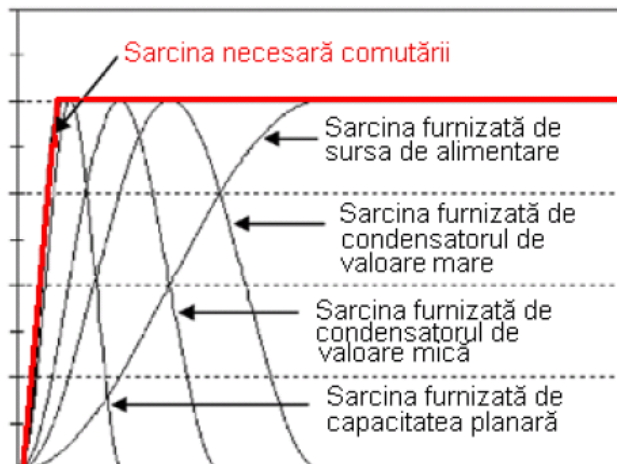
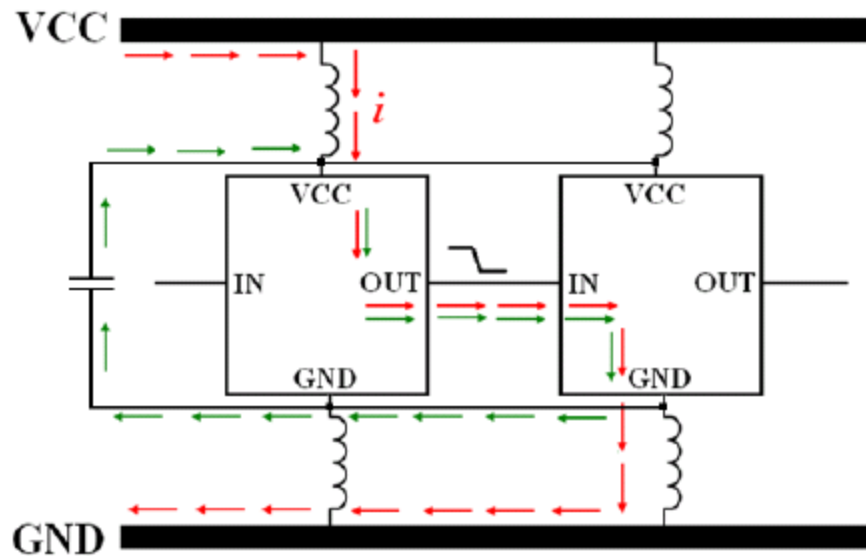
$$V_{CC} = V_{CC0} - L_{VCC1} \cdot \frac{di}{dt}$$

- Curentul absorbit de la sursa de alimentare de circuitele digitale are forma unui tren de impulsuri
- Inductivitatea parazită a conexiunilor de masă determină apariția unor salturi de tensiune (*ground bounce*)



- Diferența de potențial ce apare în regim tranzitoriu între pinii GND ai circuitelor integrate reprezintă o perturbație

2. Decuplarea conexiunilor de alimentare

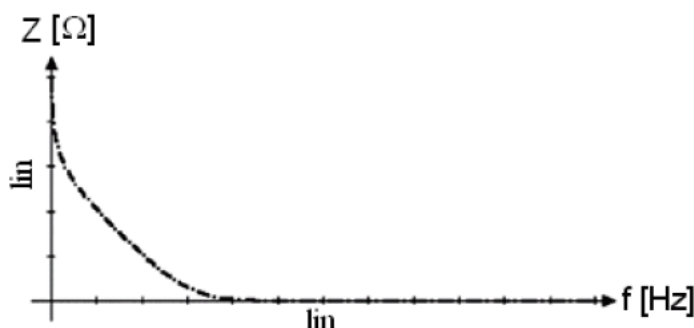


- Pe durata regimurilor tranzitorii sarcina necesară comutării trebuie furnizată dintr-o sursă cu inductivitate cât mai redusă (condensator)
- Capacitatea planară VCC/GND poate contribui, alături de condensatoarele de decuplare, la furnizarea acestei sarcini

3. Impedanța conexiunilor de alimentare

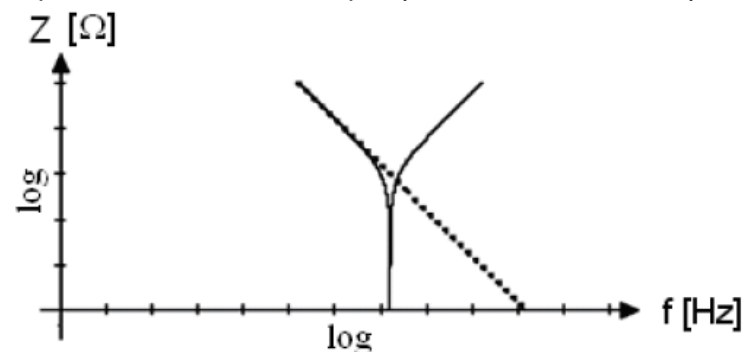
Impedanța unui condensator ideal

$$Z = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$$



Impedanța unui condensator real (L-C)

$$Z = \left| 2\pi f \cdot L + \frac{1}{2\pi f \cdot C} \right| = \left| \frac{(2\pi f)^2 \cdot LC - 1}{2\pi f \cdot C} \right|$$



Impedanța unui condensator real are un minim la frecvența la care numărătorul se anulează (frecvența de rezonanță):

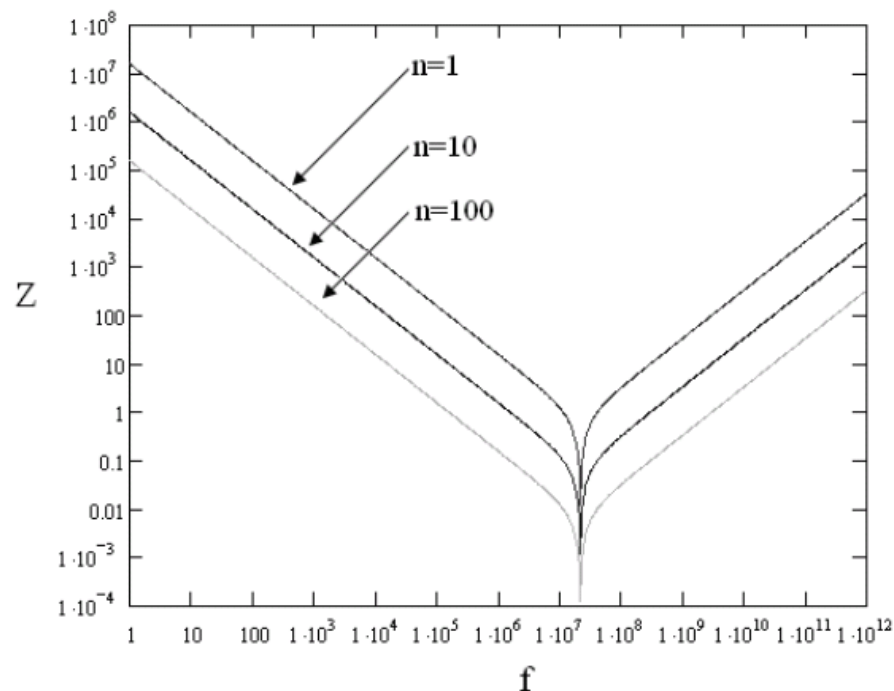
$$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{LC}}$$

- $f < f_0 \rightarrow$ condensatorul se comportă predominant capacitiv
- $f > f_0 \rightarrow$ condensatorul se comportă predominant inductiv

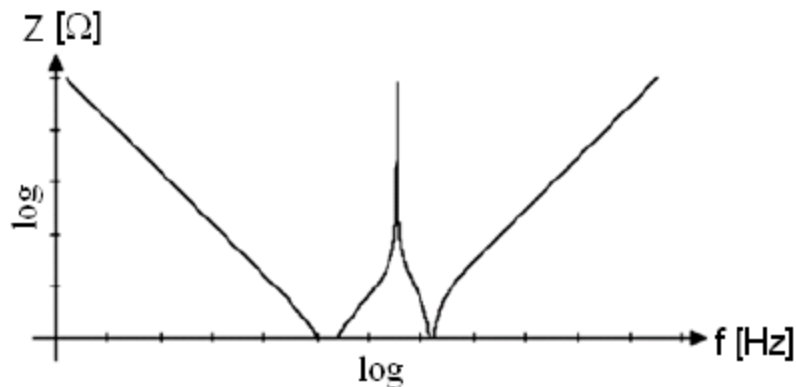
Conectând n condensatoare în paralel, C se va multiplica de n ori iar L se va diviza de n ori:

$$Z = \left| 2\pi f \cdot \frac{L}{n} + \frac{1}{2\pi f \cdot n \cdot C} \right| = \left| \frac{(2\pi f)^2 \cdot LC - 1}{2\pi f \cdot n \cdot C} \right|$$

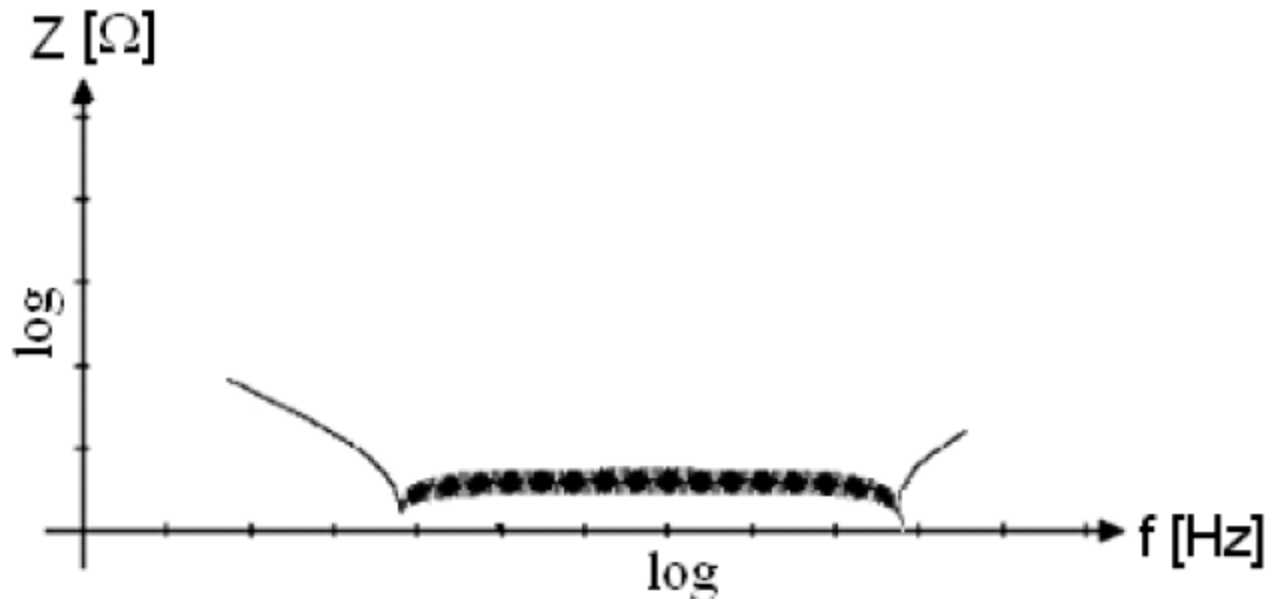
Frecvența de rezonanță rămâne constantă însă modulul impedanței scade



Conexiunile de alimentare se decuplează de obicei cu două valori de capacitate, determinând două frecvențe (*rezonanță și antirezonanță*)



- Condensatoarele reale au dispersie tehnologică (valori diferite însă apropiate), prin urmare conexiunile de alimentare reale vor avea multiple frecvențe de rezonanță și antirezonanță într-o bandă determinată de cele două valori de bază ale condensatoarelor de decuplare



- Analiza în frecvență a impedanței conexiunilor de alimentare permite eficientizarea decuplărilor
- Contrar prețicilor uzuale, nu este necesar ca fiecare circuit integrat să dispună de un condensator de decuplare propriu, ci doar ca impedanța conexiunii de alimentare să fie suficient de redusă în spectrul de interes al circuitului.