



UNIVERSITÉ DE  
**SHERBROOKE**

## PPPPP02

Comment concevoir un  
Power Delivery Network?

Pascal-Emmanuel Lachance

# Comment filtrer une alimentation?

## 1 Comment filtrer une alimentation?

- Pourquoi filtrer une alimentation?
- Démonstration
- Filtrer l'entrée
- Filtrer la sortie d'un régulateur
- Filtrer au IC

## 2 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

# Comment filtrer une alimentation?

## 1 Comment filtrer une alimentation?

- Pourquoi filtrer une alimentation?
  - Démonstration
  - Filtrer l'entrée
  - Filtrer la sortie d'un régulateur
  - Filtrer au IC

## 2 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

## Signal Integrity

- Signaux Clean
- Marges d'opérations respectées



Rélections



Crosstalk



Ground Bounce



**Filtration de Power**

## Electromagnetic Interference

- Passer les tests EMC
- Ne pas influencer d'autres circuits

- Émissions

- Immunité au bruit



Layout



Grounding



Shielding



**Filtration de Power**

- **Le but d'un filtre est de fournir le chemin de plus faible impédance vers le ground aux signaux haute-fréquence.**
- **Le but d'un filtre est de contrôler la propagation du bruit sur l'alimentation.**

- Tout commence avec le power
- Le PDN devrait constituer 25% à 50% de la difficulté d'un projet
- Plein de façon de filtrer
- Réduire le bruit sur l'alimentation
- Avoir une alimentation purement DC

- Tout commence avec le power
- Le PDN devrait constituer 25% à 50% de la difficulté d'un projet
- Plein de façon de filtrer
- Réduire le bruit sur l'alimentation
- Avoir une alimentation purement DC
- Jouer avec les impédances de mon alimentation
  - ▢ Découplage
  - ↻ Rajouter des inductances
  - ⚙ Faire attention à son layout
- Ajouter des composantes actives
  - 🔌 Régulateurs Linéaires



IC qui toggle



Longues lignes de transmission



Crosstalk



Antennes



Mauvais chemins de retour



Crosstalk



Ground Bounce



Antennes



# Comment filtrer une alimentation?

## 1 Comment filtrer une alimentation?

- Pourquoi filtrer une alimentation?
- **Démonstration**
- Filtrer l'entrée
- Filtrer la sortie d'un régulateur
- Filtrer au IC

## 2 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

# Comment filtrer une alimentation?

## 1 Comment filtrer une alimentation?

- Pourquoi filtrer une alimentation?
- Démonstration
- **Filtrer l'entrée**
- Filtrer la sortie d'un régulateur
- Filtrer au IC

## 2 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

🔌 Long fil qui provient d'une Power Supply

↻ Inductance Parasite

📡 Pick-Up du bruit extérieur

📶 Signal potentiellement bruité

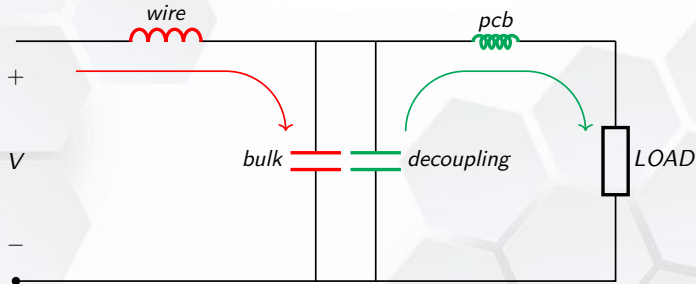
➔ **Demande de courant au travers d'une bobine.**



🔌 **Demande de courant non-constante**





- $X_L \propto -X_C$
- Rajouter de la capacitance pour compenser l'inductance
- Plus ton fil est long, plus tu veux de capacitance
- Le power devrait provenir des condensateurs
- *Couper le chemin d'inductance*

- $X_L \propto -X_C$
- Rajouter de la capacitance pour compenser l'inductance
- Plus ton fil est long, plus tu veux de capacitance
- Le power devrait provenir des condensateurs
- *Couper le chemin d'inductance*



-  Découplage permet de fournir un chemin de faible impédance aux signaux haute-vitesse
-  Bulk permet d'emmagasiner des charges et que le power provienne des condensateurs et non du fil

 Découplage permet de fournir un chemin de faible impédance aux signaux haute-vitesse


 Bulk permet d'emmagasiner des charges et que le power provienne des condensateurs et non du fil


- **Contrôler la propagation du bruit**

- ➔ Limiter le bruit au board

- ➔ Limiter le bruit hors du board

-  Passer EMC

 Découplage permet de fournir un chemin de faible impédance aux signaux haute-vitesse


 Bulk permet d'emmagasiner des charges et que le power provienne des condensateurs et non du fil

- **Contrôler la propagation du bruit**

- ➔ Limiter le bruit au board

- ➔ Limiter le bruit hors du board

-  Passer EMC

-  Principalement lorsque premier régulateur est un switching.

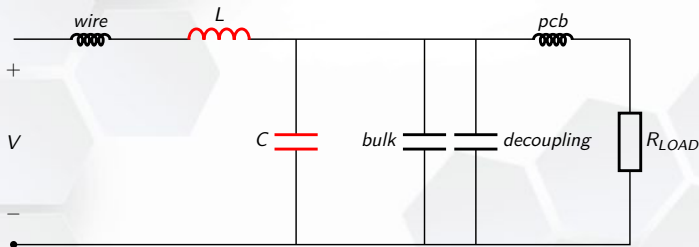


- Rajouter de l'inductance permet de bien contrôler où va le bruit haute-fréquence.
- $X_L = 2\pi fL$
- Si  $X_L > X_C$ , le bruit va passer par  $X_C$ .
- On vient de passer tout ce temps pour compenser l'inductance du fil d'alimentation

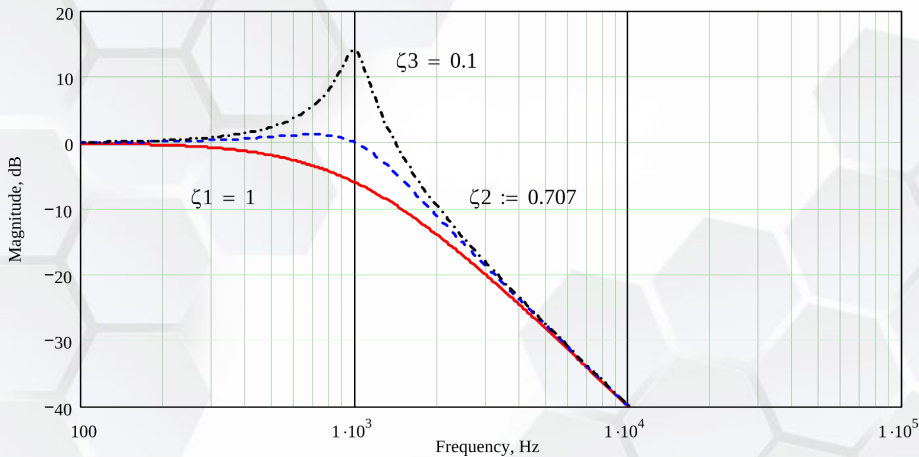
- Rajouter de l'inductance permet de bien contrôler où va le bruit haute-fréquence.
- $X_L = 2\pi fL$
- Si  $X_L > X_C$ , le bruit va passer par  $X_C$ .
- On vient de passer tout ce temps pour compenser l'inductance du fil d'alimentation
- Maintenant, on contrôle l'inductance!
  - Les condensateurs de découplage fournissent la puissance haute fréquence
  - Les condensateurs de bulk fournissent la puissance basse fréquence
  - Les condensateurs de bulk rechargent les condensateurs de découplage
  - L'alimentation fournit du power DC pour recharger les condensateurs de bulk

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

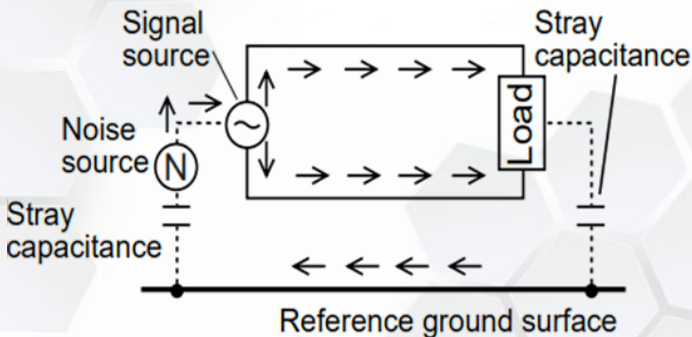
$$\zeta = \frac{1}{2R_{LOAD}\sqrt{LC}}$$



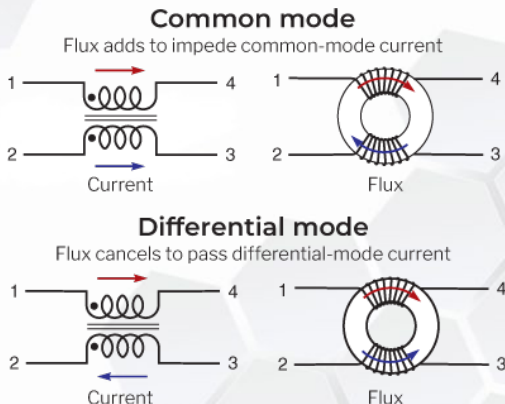
$$\zeta = \frac{1}{2R_{LOAD}\sqrt{LC}}$$



- On veut contrôler les chemins de retour de courant
- **Le retour de courant est aussi important que l'aller**
- Common-mode Noise: Une partie du retour qui revient par ailleurs
- Donc pas autant de courant qui rentre que qui sort



- ✂ Essentiellement un transformateur
- ↻ Permet d'égaliser le flux qui passe à un point
- ↔ Du courant est forcé par la bonne place si les courants ne sont pas égaux
- ➔ Fournit un chemin de plus faible impédance vers là où on veut aller!



# Comment filtrer une alimentation?

## 1 Comment filtrer une alimentation?

- Pourquoi filtrer une alimentation?
- Démonstration
- Filtrer l'entrée
- **Filtrer la sortie d'un régulateur**
- Filtrer au IC

## 2 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

# Comment filtrer une alimentation?

## 1 Comment filtrer une alimentation?

- Pourquoi filtrer une alimentation?
- Démonstration
- Filtrer l'entrée
- Filtrer la sortie d'un régulateur
- Filtrer au IC

## 2 Comment concevoir un arbre d'alimentation?



# Comment concevoir un arbre d'alimentation?

1 Comment filtrer une alimentation?

2 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

- Prise en compte de tous les consommateurs
- Efficacité
- Séquençage

# Comment concevoir un arbre d'alimentation?

1 Comment filtrer une alimentation?

2 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

- Prise en compte de tous les consommateurs
- Efficacité
- Séquençage

# Comment concevoir un arbre d'alimentation?

1 Comment filtrer une alimentation?

2 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

- Prise en compte de tous les consommateurs
- **Efficacité**
- Séquençage

# Comment concevoir un arbre d'alimentation?

1 Comment filtrer une alimentation?

2 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

- Prise en compte de tous les consommateurs
- Efficacité
- Séquençage



Merci!