



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 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 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 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 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

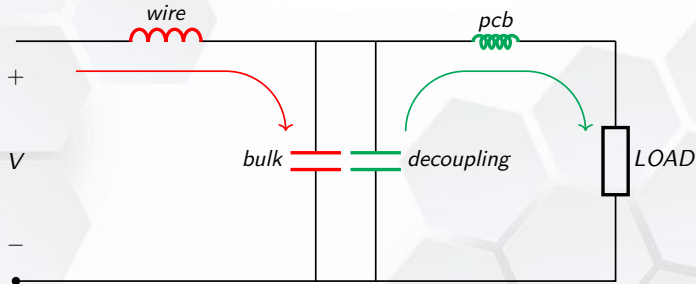
➔ **Demande de courant au travers d'une bobine.**



🔌 **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

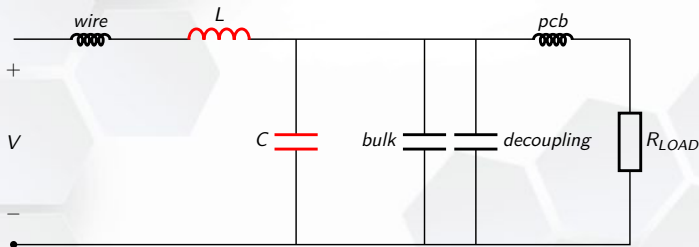
-  Principalement lorsque premier régulateur est un switching.

- 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

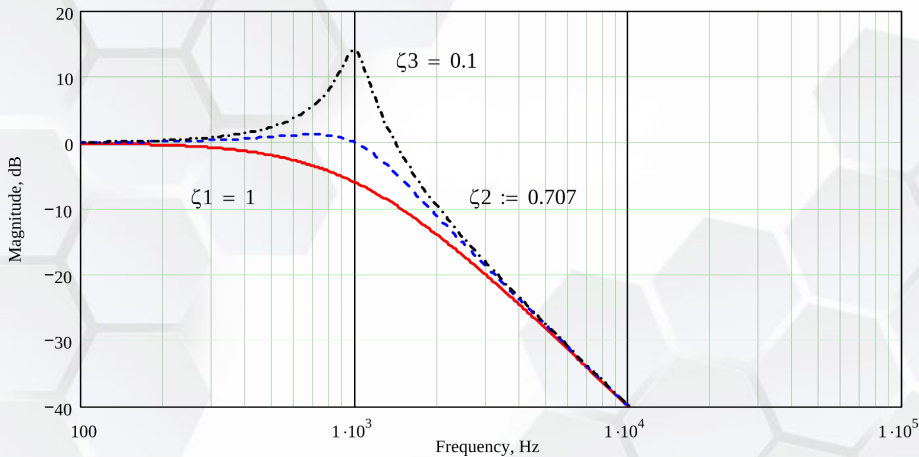
- Rajouter de l'inductance permet de bien contrôler où va le bruit haute-fréquence.
- $X_L = 2\pi fL$
- Si $X_L > X_C$, le bruit va passer par X_C .
- On vient de passer tout ce temps pour compenser l'inductance du fil d'alimentation
- Maintenant, on contrôle l'inductance!
 - Les condensateurs de découplage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

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

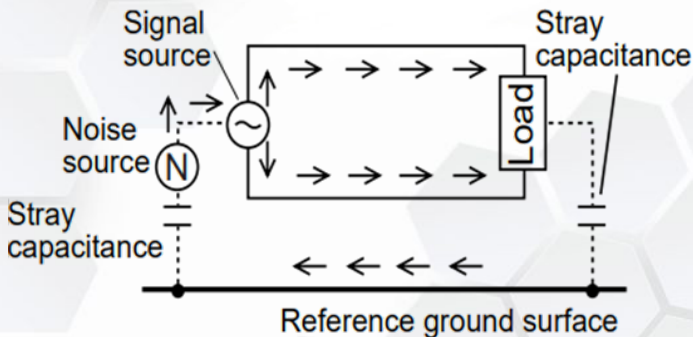
$$\zeta = \frac{1}{2R_{LOAD}\sqrt{LC}}$$



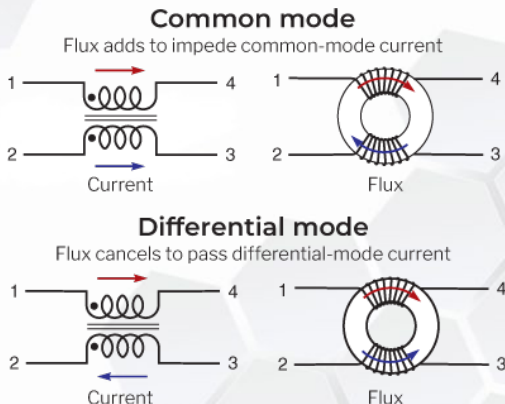
$$\zeta = \frac{1}{2R_{LOAD}\sqrt{LC}}$$



- 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?

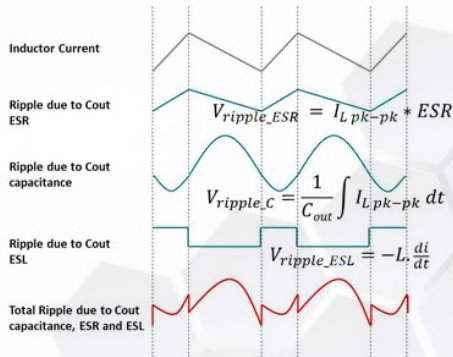
1 Comment filtrer une alimentation?

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

2 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

- Un régulateur linéaire n'a pas besoin d'être filtré
- Juste du bulk capacitance

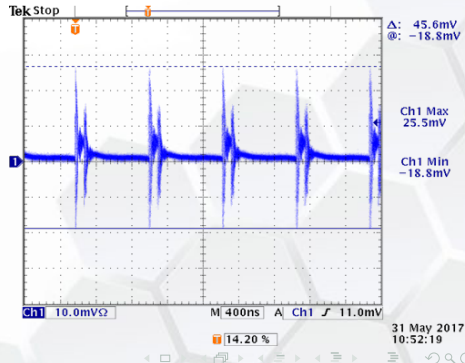
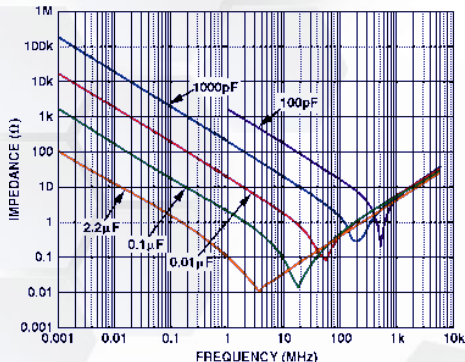
- Un régulateur linéaire n'a pas besoin d'être filtré
- Juste du bulk capacitance
- Un régulateur switching doit avoir du bulk *et* du découplage
- Il faut éliminer le bruit à la fréquence de switching
- Mettre des condensateurs dont la *fréquence de résonance* est celle du switching.



Fréquence de résonance d'un condensateur



- Chaque condensateur a sa fréquence de résonance
- Choisir le bon condensateur de découplage selon fréquence de résonance du condensateur
- **Il faut offrir la plus faible impédance vers le ground pour la fréquence visée**



Comment filtrer une alimentation?

1 Comment filtrer une alimentation?

- Pourquoi filtrer une alimentation?
- Démonstration
- Filtrer l'entrée
- Filtrer 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!