



UNIVERSITÉ DE  
**SHERBROOKE**

## PPPPP02

Comment concevoir un Power  
Delivery Network?

Pascal-Emmanuel Lachance

# Comment protéger une alimentation?

## 1 Comment protéger une alimentation?

- Protection antistatique
- Protection de tension inverse
- Protection de court-circuit
- Protection de inrush current
- Undervoltage Lockout
- Protection complète
- 120V

## 2 Comment filtrer une alimentation?

## 3 Quels sont les types de régulateurs?

## 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

# Comment protéger une alimentation?

## 1 Comment protéger une alimentation?

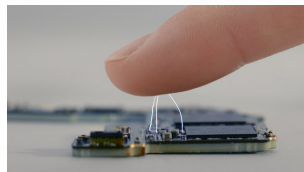
- Protection antistatique
  - Protection de tension inverse
  - Protection de court-circuit
  - Protection de inrush current
  - Undervoltage Lockout
  - Protection complète
  - 120V

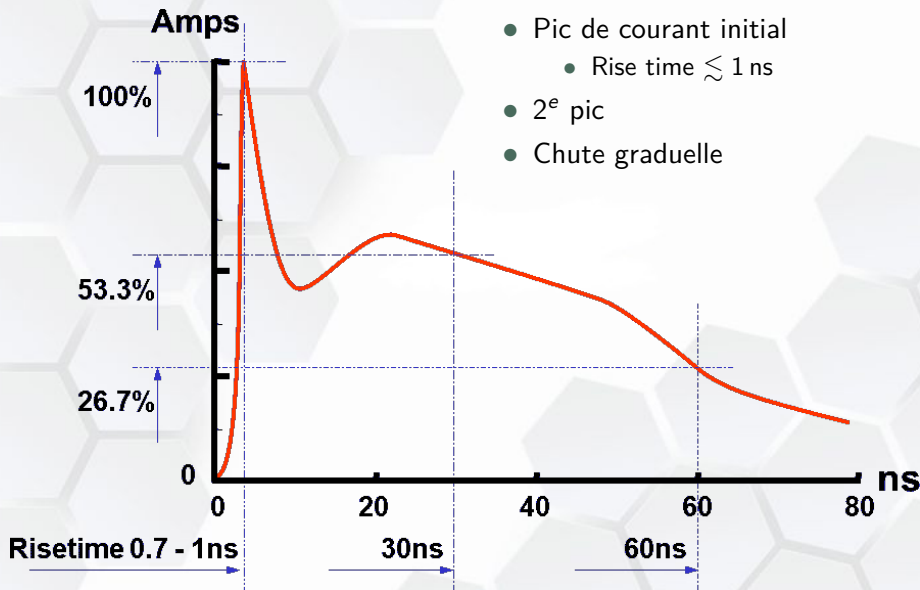
## 2 Comment filtrer une alimentation?


## 3 Quels sont les types de régulateurs?

## 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

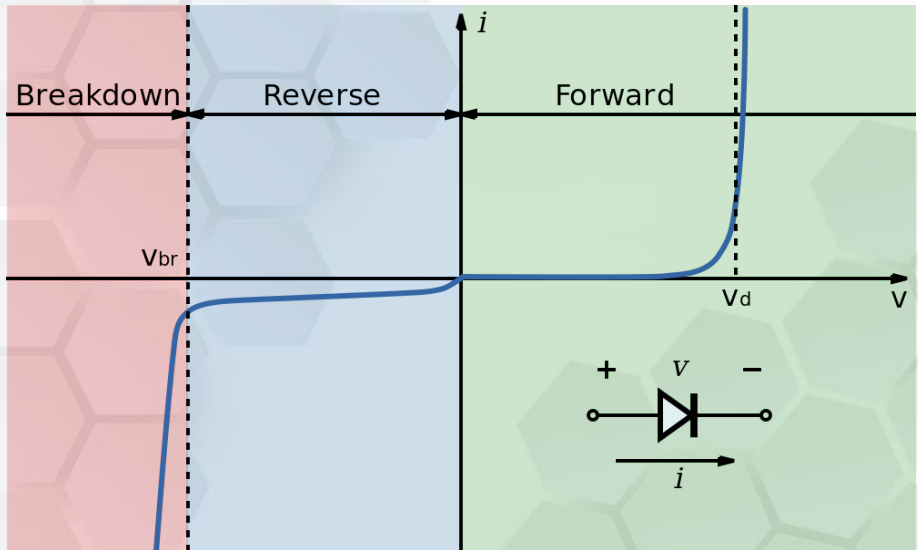
- Norme IEC-61000-4-2
  - Types de décharges
  - Méthodologies de tests & certification
  - 4 catégories de produits
  - Jusqu'à  $\pm 8 \text{ kV}$  /  $\pm 15 \text{ kV}$
- Deux types de chocs statiques
  - **Contact Discharge** - Toucher directement chaque pin avec un ESD gun
  - **Air Discharge** - ESD gun proche du DUT jusqu'à décharge



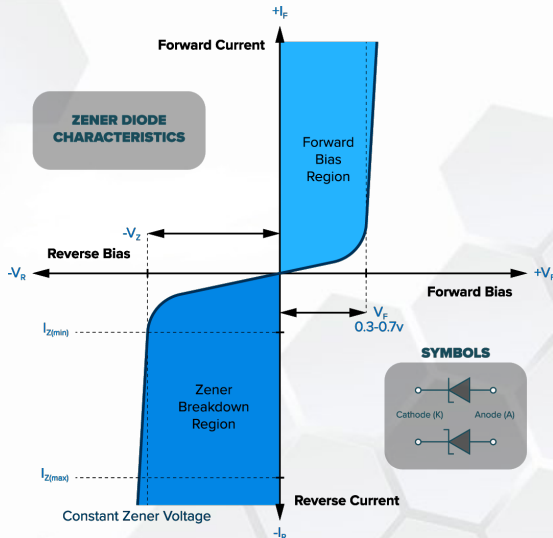


  $i_{\text{ESD}}(t) \rightarrow 8 \text{ kV}$






- **Faite pour être mise à l'envers!**
- $V_Z$  contrôlé
- Beaucoup de courant en avalanche
- N'endommage pas la diode
- Utilisé dans des références de tension
- Utilise comme protection antistatique

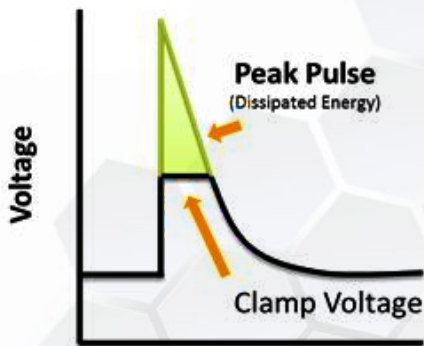
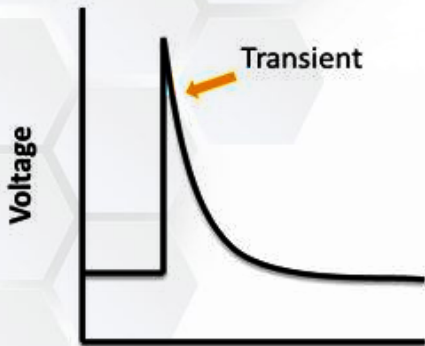





  $i_{\text{ESD}}(t) \rightarrow 8 \text{ kV}$



- Clamp le pulse à  $V_Z$
- Protège les dispositifs par après
- Pas l'option la plus rapide
- Ne protège pas contre un pulse négatif



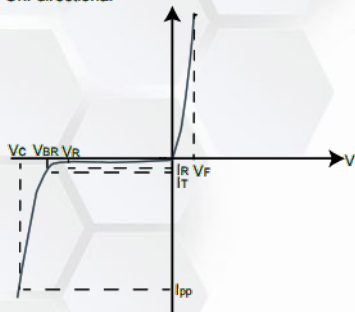
  $i_{\text{ESD}}(t) \rightarrow \pm 8 \text{ kV}$



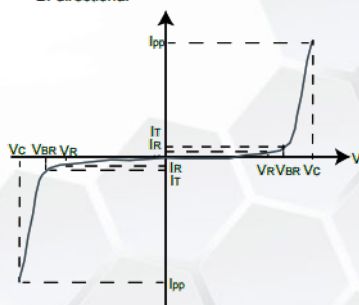
- **Faite pour protection antistatique!**
- **Bidirectionnel!!**


- Deux diodes Zener qui se font face
- *iv curve* symétrique

Uni-directional



Bi-directional



  $i_{\text{ESD}}(t) \rightarrow \pm 8 \text{ kV}$



# Comment protéger une alimentation?

## 1 Comment protéger une alimentation?

- Protection antistatique
- **Protection de tension inverse**
- Protection de court-circuit
- Protection de inrush current
- Undervoltage Lockout
- Protection complète
- 120V

## 2 Comment filtrer une alimentation?

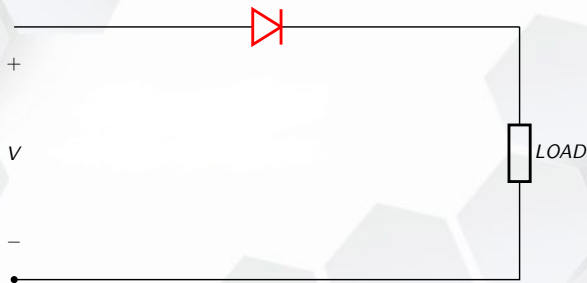
## 3 Quels sont les types de régulateurs?

## 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

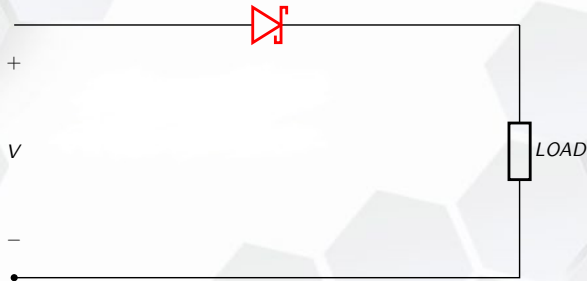
- Ne conduit que dans un sens

- Drop de tension  $V_f$

- $P = I \cdot V_f$

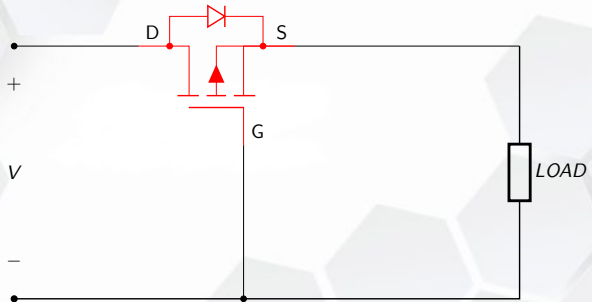


- Ne conduit que dans un sens
- Drop de tension  $V_f$  plus petite
- $P = I \cdot V_f$
- Plus cher pour même rating de courant





- Ne conduit que dans un sens
- Drop de tension vraiment plus petite ( $R_{ds_{on}} \cdot I$ )
- Tension maximale supportée



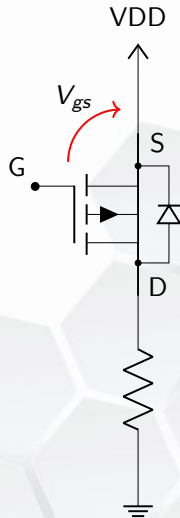
$V_{gs}$  négatif!

$$V_{gs} < -V_t$$

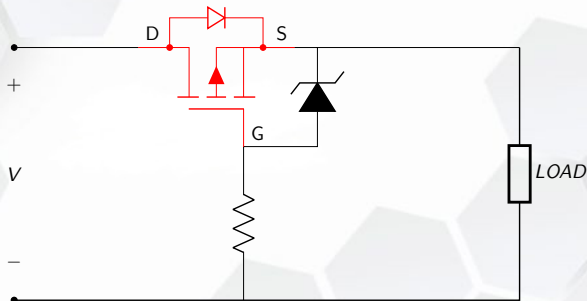
Faire attention au  $V_{gs_{max}}$

- $V_G = 0V$
- $V_{gs} = -VDD$
- $-VDD < -V_t$
- Conduit!

- $V_G = VDD$
- $V_{gs} = 0V$
- $0V > -V_t$
- Ne conduit pas



- Ne conduit que dans un sens
- Drop de tension vraiment plus petite ( $R_{ds(on)} \cdot I$ )
- Supporte toutes les tensions!



# Comment protéger une alimentation?

## 1 Comment protéger une alimentation?

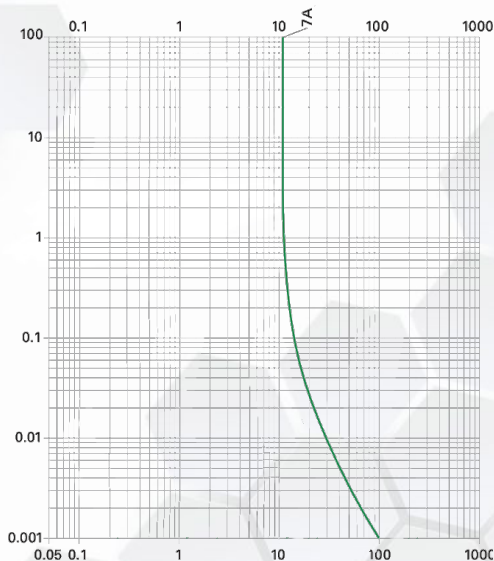
- Protection antistatique
- Protection de tension inverse
- **Protection de court-circuit**
- Protection de inrush current
- Undervoltage Lockout
- Protection complète
- 120V

## 2 Comment filtrer une alimentation?

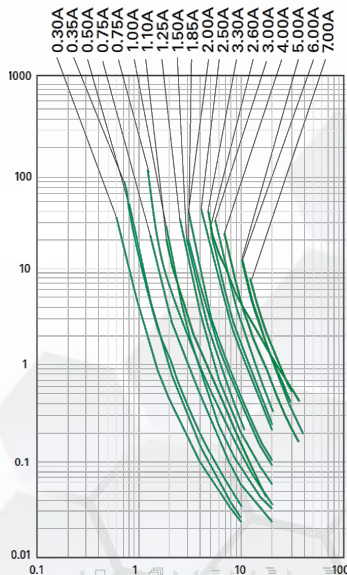
## 3 Quels sont les types de régulateurs?

## 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

- Chauffage d'un filament central
- Coupe un circuit lorsque trop de courant passe
- Usage unique
- Lent à agir



- *Positive Temperature Coefficient*
- Augmente sa résistance alors qu'il chauffe
- Utilisé comme thermistor
- Usage multiple
- Lent à agir
- Prend du temps à se self-reset



# Comment protéger une alimentation?

## 1 Comment protéger une alimentation?

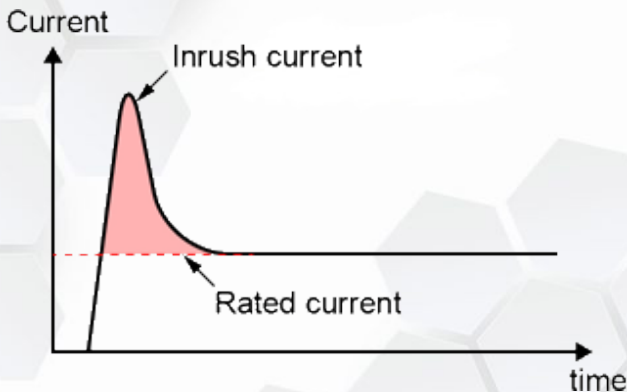
- Protection antistatique
- Protection de tension inverse
- Protection de court-circuit
- **Protection de inrush current**
- Undervoltage Lockout
- Protection complète
- 120V

## 2 Comment filtrer une alimentation?

## 3 Quels sont les types de régulateurs?

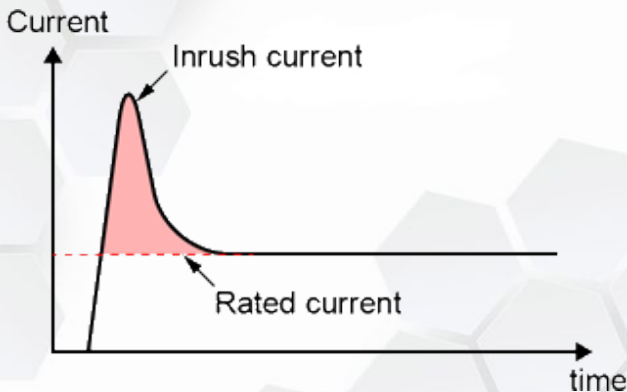
## 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

- Tous les condensateurs d'un circuit sont des court-circuits
- Courant qui dépasse les spécifications pour charger les condensateurs





- Tous les condensateurs d'un circuit sont des court-circuits
- Courant qui dépasse les spécifications pour charger les condensateurs
- Spécification USB 2.0: 10  $\mu\text{F}$



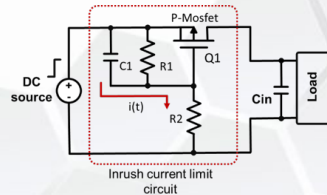
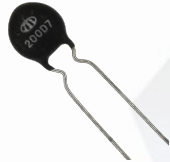
## Comment limiter la surge initiale?

- NTP
  - *Negative Temperature Coefficient*
  - Conduit de plus en plus alors qu'il chauffe!



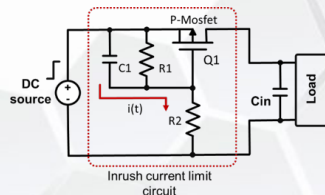
## Comment limiter la surge initiale?

- NTP
  - *Negative Temperature Coefficient*
  - Conduit de plus en plus alors qu'il chauffe!
- Circuit de MOSFET
  - Charge d'un condensateur à la gate
  - Laisse passer de plus en plus de courant

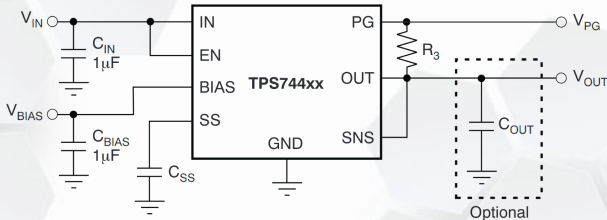
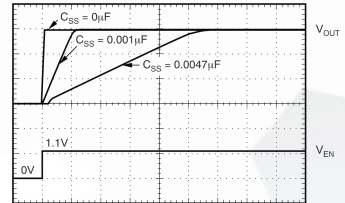


## Comment limiter la surge initiale?

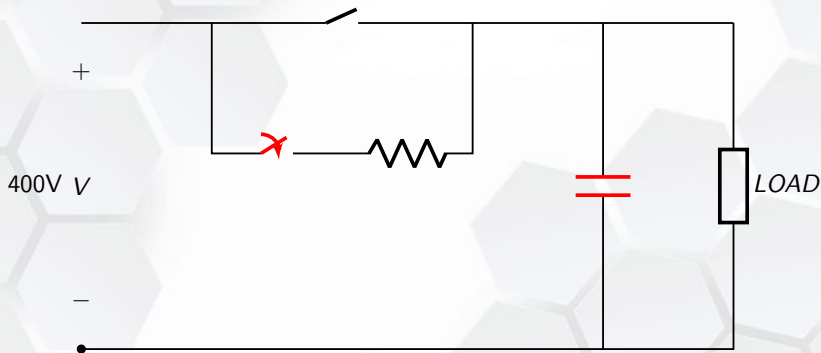
- NTP
  - *Negative Temperature Coefficient*
  - Conduit de plus en plus alors qu'il chauffe!
- Circuit de MOSFET
  - Charge d'un condensateur à la gate
  - Laisse passer de plus en plus de courant
- *Soft-Start*
- *Pre-Charge*



- Fonctionnalité de certains régulateurs de tension
- Pente de la tension de sortie
- Ajustée avec un condensateur  $C_{SS}$



- Pour les systèmes haut-voltage
- Contacteur avec une limite de courant
- Permet de charger les condensateurs
- Activation du contacteur principal après



# Comment protéger une alimentation?

## 1 Comment protéger une alimentation?

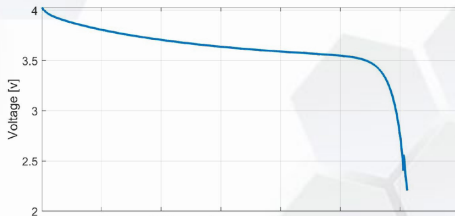
- Protection antistatique
- Protection de tension inverse
- Protection de court-circuit
- Protection de inrush current
- **Undervoltage Lockout**
- Protection complète
- 120V

## 2 Comment filtrer une alimentation?

## 3 Quels sont les types de régulateurs?

## 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

- Couper l'alimentation si entrée trop faible
- Protection de batterie
- Efficacité
- Garantie de fonctionnement
- Du OVLO ça existe aussi





# Undervoltage Lockout (UVLO) - Enable

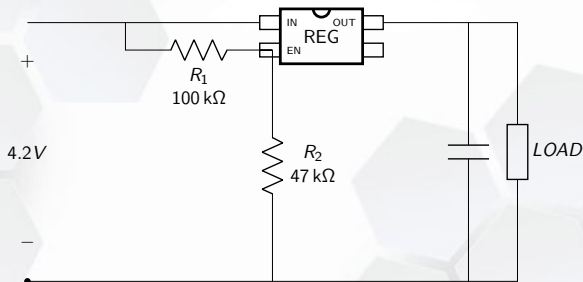


- Batterie  $V_{max} = 4.2\text{ V}$
- Batterie  $V_{min} = 3.7\text{ V}$
- Tension EN  $V_{ref} = 1.2\text{ V}$

Poser  $R_2 = 47\text{ k}\Omega$

$$V_{ref} = V_{min} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_1 = 100\text{ k}\Omega$$



# Comment protéger une alimentation?

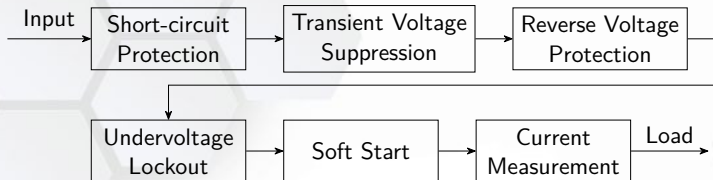
## 1 Comment protéger une alimentation?

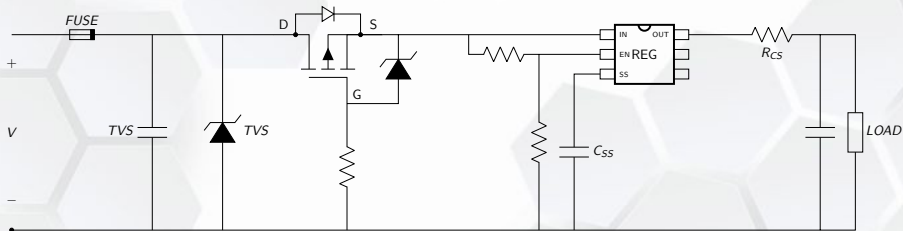
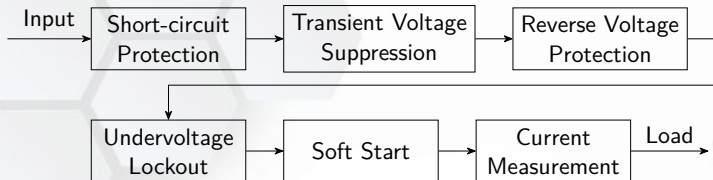
- Protection antistatique
- Protection de tension inverse
- Protection de court-circuit
- Protection de inrush current
- Undervoltage Lockout
- **Protection complète**
- 120V

## 2 Comment filtrer une alimentation?

## 3 Quels sont les types de régulateurs?

## 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?





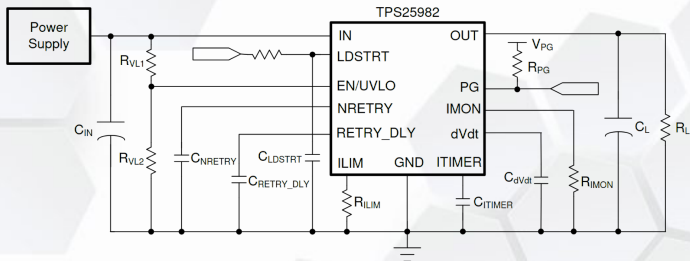
## Catégorie de device:

- *eFuse*
- *Load Switch*
- *Ideal Diode*

## Une seule chip qui:

Catégorie de device:

- *eFuse*
- *Load Switch*
- *Ideal Diode*
- RVP
- TVS
- Short-Circuit
- Current Limit
- Current Monitoring
- Soft-Start
- UVLO / OVP
- Très faibles pertes
- Température



# Comment protéger une alimentation?

## 1 Comment protéger une alimentation?

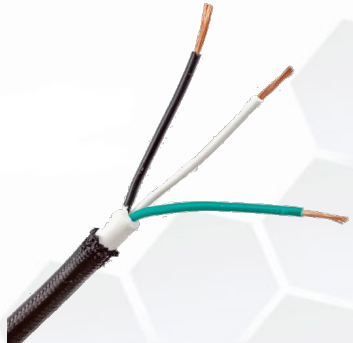
- Protection antistatique
- Protection de tension inverse
- Protection de court-circuit
- Protection de inrush current
- Undervoltage Lockout
- Protection complète
- 120V

## 2 Comment filtrer une alimentation?

## 3 Quels sont les types de régulateurs?

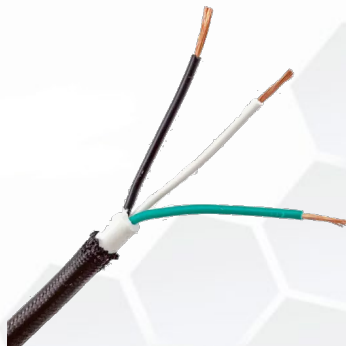
## 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

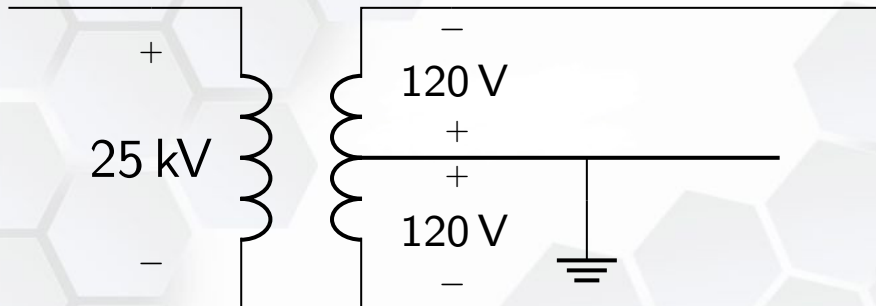
- Vivant (*Live*)
- Neutre (*Neutral*)
- Masse (*Ground*)



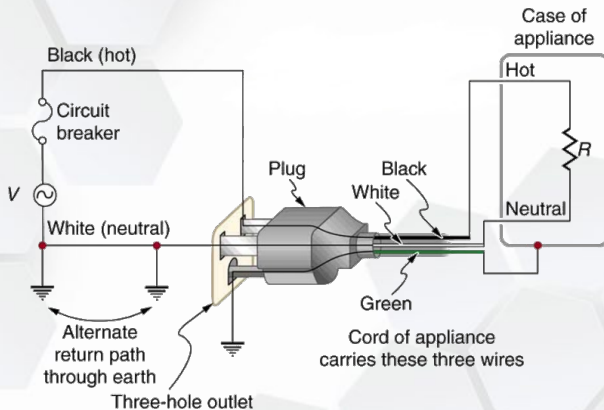


- Vivant (*Live*)
  - Neutre (*Neutral*)
  - Masse (*Ground*)
- 
- Pas le même GND que dans ton circuit
  - GND du circuit provient du Neutre!
  - **NE PAS CONNECTER ENSEMBLE**





- Grounder les chassis des appareils
- Permet d'éviter d'avoir un chassis connecté au Live
- Retourne se connecter au panneau électrique
- Wiré séparément au Neutre



# Comment filtrer une alimentation?

- 1 Comment protéger une alimentation?
- 2 Comment filtrer une alimentation?
  - Filtrer l'entrée
  - Filtrer la sortie d'un régulateur
  - Filtrer au IC
- 3 Quels sont les types de régulateurs?
- 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

# Comment filtrer une alimentation?

- 1 Comment protéger une alimentation?
- 2 **Comment filtrer une alimentation?**
  - **Filtrer l'entrée**
  - Filtrer la sortie d'un régulateur
  - Filtrer au IC
- 3 Quels sont les types de régulateurs?
- 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

# Comment filtrer une alimentation?

- 1 Comment protéger une alimentation?
- 2 **Comment filtrer une alimentation?**
  - Filtrer l'entrée
  - **Filtrer la sortie d'un régulateur**
  - Filtrer au IC
- 3 Quels sont les types de régulateurs?
- 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

# Comment filtrer une alimentation?

- 1 Comment protéger une alimentation?
- 2 Comment filtrer une alimentation?**
  - Filtrer l'entrée
  - Filtrer la sortie d'un régulateur
  - **Filtrer au IC**
- 3 Quels sont les types de régulateurs?
- 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

## Quels sont les types de régulateurs?

- 1 Comment protéger une alimentation?
- 2 Comment filtrer une alimentation?
- 3 Quels sont les types de régulateurs?**
  - Régulateurs Linéaires
  - Régulateurs "switching"
- 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?



# Quels sont les types de régulateurs?

- 1 Comment protéger une alimentation?
- 2 Comment filtrer une alimentation?
- 3 Quels sont les types de régulateurs?**
  - Régulateurs Linéaires
  - Régulateurs "switching"
- 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

# Quels sont les types de régulateurs?

- 1 Comment protéger une alimentation?
- 2 Comment filtrer une alimentation?
- 3 Quels sont les types de régulateurs?**
  - Régulateurs Linéaires
  - Régulateurs "switching"
- 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

# Comment concevoir un arbre d'alimentation?

- 1 Comment protéger une alimentation?
- 2 Comment filtrer une alimentation?
- 3 Quels sont les types de régulateurs?
- 4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?



Merci!