



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
- GFCI & Grounding

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?

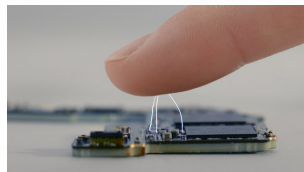
- Protection antistatique
 - Protection de tension inverse
 - Protection de court-circuit
 - Protection de inrush current
 - Undervoltage Lockout
 - Protection complète
 - GFCI & Grounding

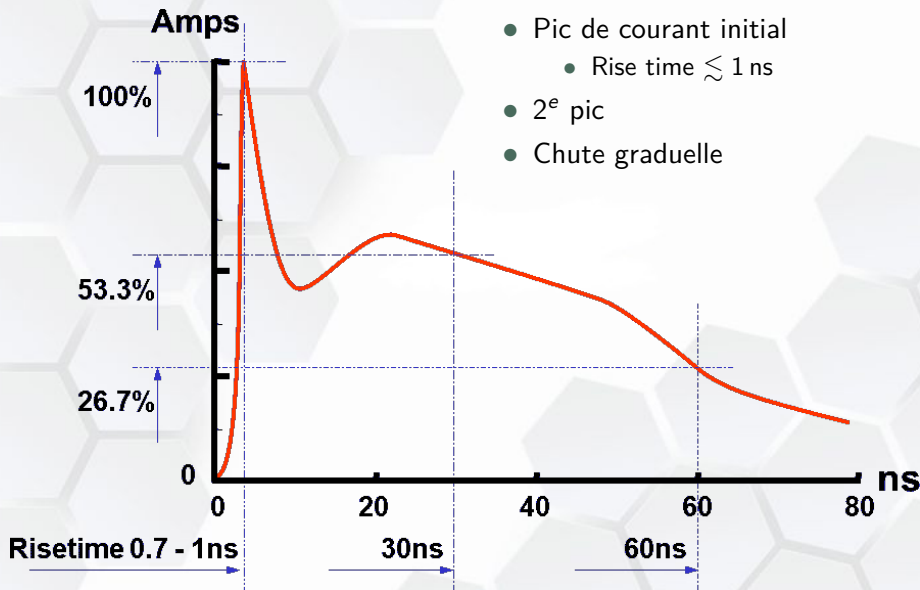
2 Comment filtrer une alimentation?


3 Quels sont les types de régulateurs?

4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

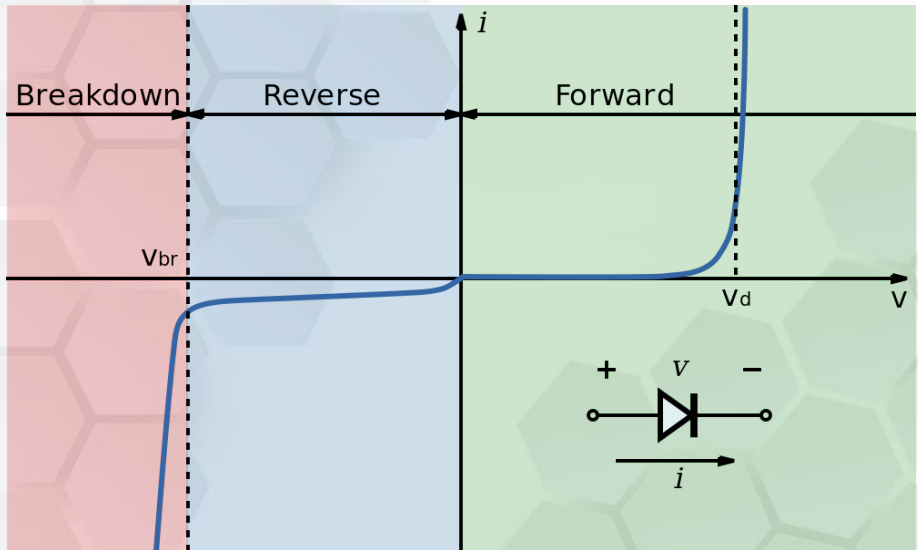
- Norme IEC-61000-4-2
 - Types de décharges
 - Méthodologies de tests & certification
 - 4 catégories de produits
 - Jusqu'à $\pm 8 \text{ kV}$ / $\pm 15 \text{ kV}$
- Deux types de chocs statiques
 - **Contact Discharge** - Toucher directement chaque pin avec un ESD gun
 - **Air Discharge** - ESD gun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



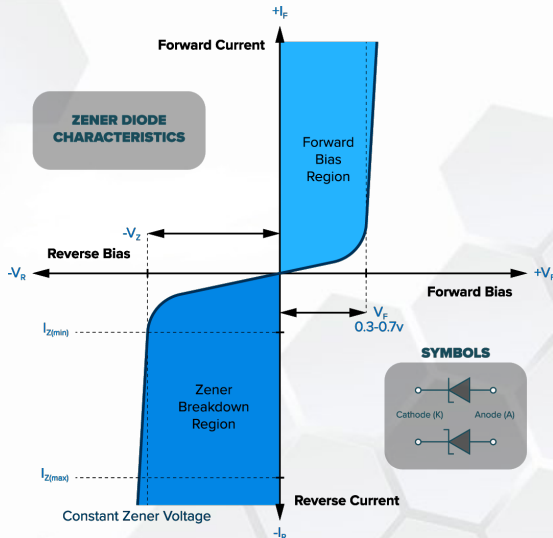



 $i_{\text{ESD}}(t) \rightarrow 8 \text{ kV}$





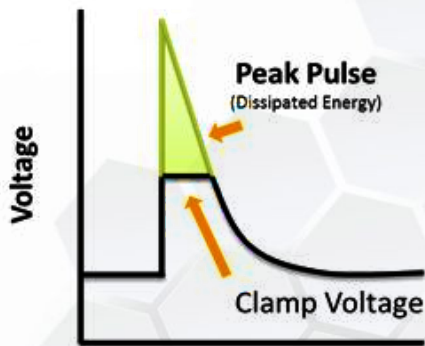
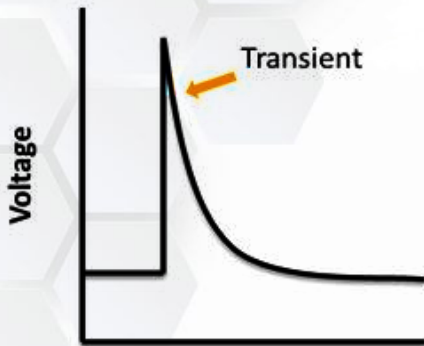
- **Faite pour être mise à l'envers!**
- V_Z contrôlé
- Beaucoup de courant en avalanche
- N'endommage pas la diode
- Utilisé dans des références de tension
- Utilise comme protection antistatique




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



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



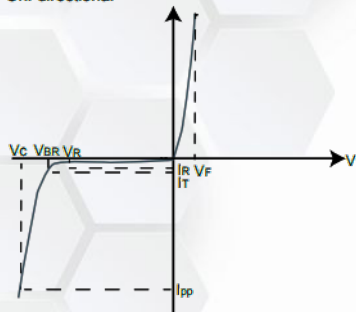
 $i_{\text{ESD}}(t) \rightarrow \pm 8 \text{ kV}$



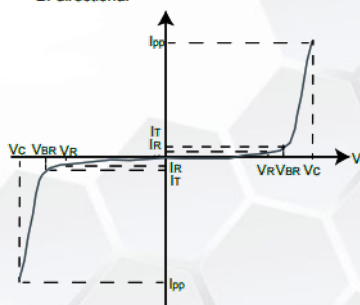
- **Faite pour protection antistatique!**
- **Bidirectionnel!!**


- 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
- GFCI & Grounding

2 Comment filtrer une alimentation?

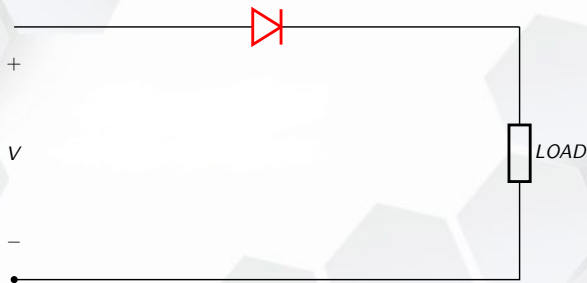
3 Quels sont les types de régulateurs?

4 Comment concevoir un arbre d'alimentation?

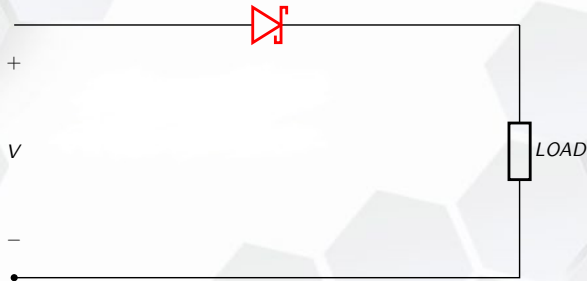
- Ne conduit que dans un sens

- Drop de tension V_f

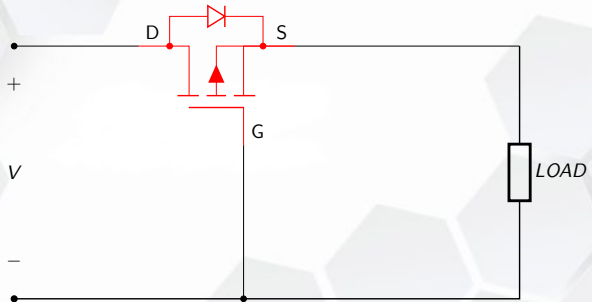
- $P = I \cdot V_f$



- 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



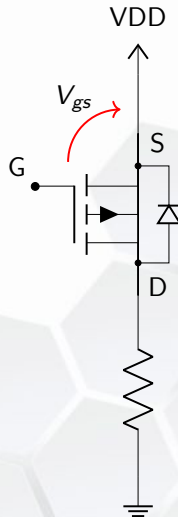
V_{gs} négatif!

$$V_{gs} < -V_t$$

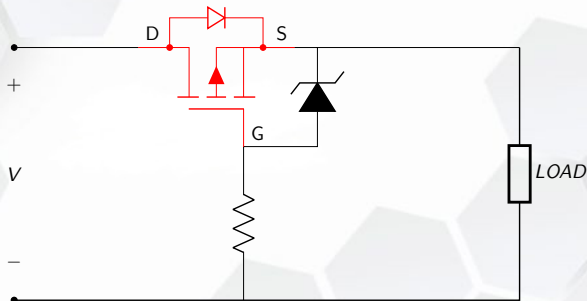
Faire attention au $V_{gs_{max}}$

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

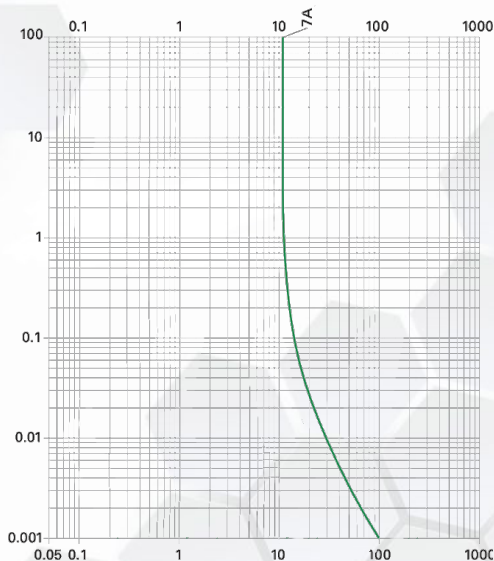
- Protection antistatique
- Protection de tension inverse
- **Protection de court-circuit**
- Protection de inrush current
- Undervoltage Lockout
- Protection complète
- GFCI & Grounding

2 Comment filtrer une alimentation?

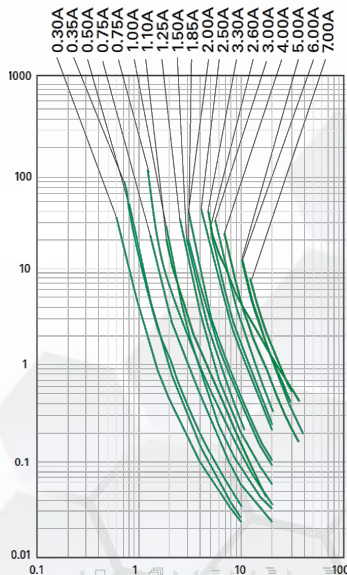
3 Quels sont les types de régulateurs?

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?

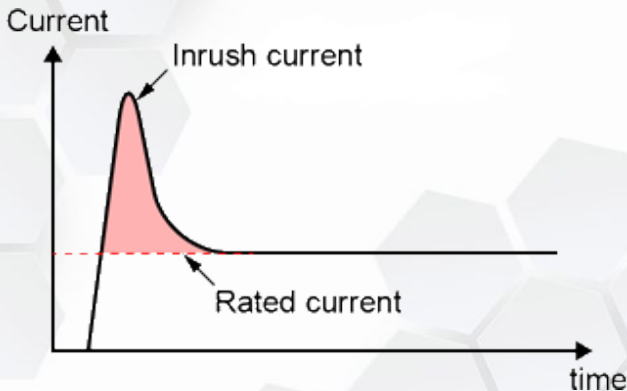
- Protection antistatique
- Protection de tension inverse
- Protection de court-circuit
- **Protection de inrush current**
- Undervoltage Lockout
- Protection complète
- GFCI & Grounding

2 Comment filtrer une alimentation?

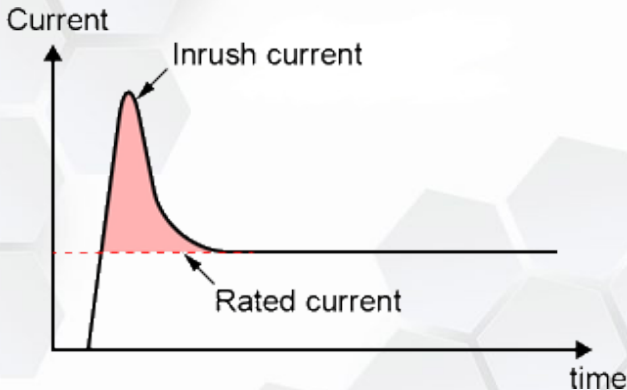
3 Quels sont les types de régulateurs?

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: $10\ \mu\text{F}$



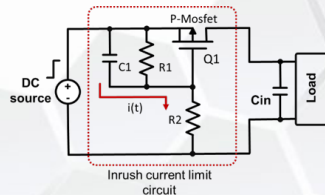
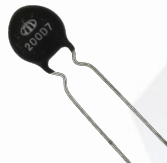
Comment limiter la surge initiale?

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



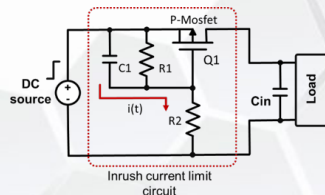
Comment limiter la surge initiale?

- 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

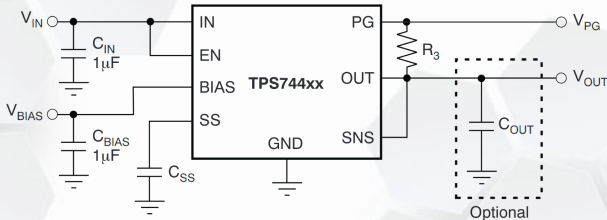
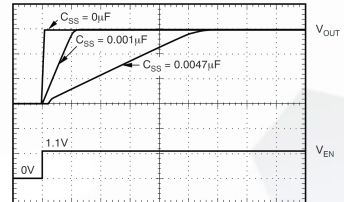


Comment limiter la surge initiale?

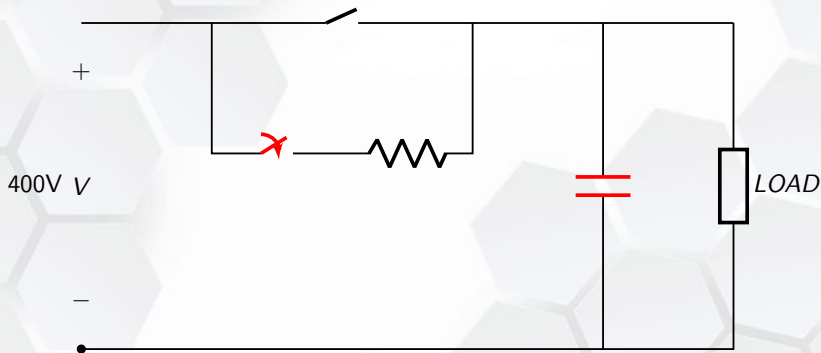
- NTP
 - *Negative Temperature Coefficient*
 - Conduit de plus en plus alors qu'il chauffe!
- Circuit de MOSFET
 - Charge d'un condensateur à la gate
 - Laisse passer de plus en plus de courant
- *Soft-Start*
- *Pre-Charge*



- 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?

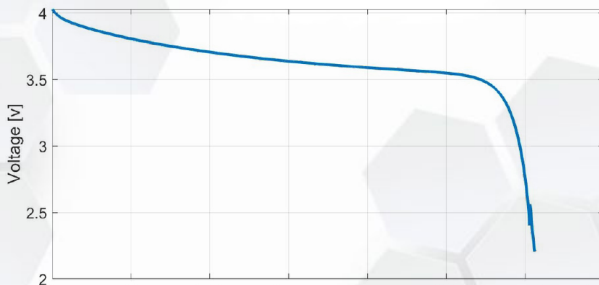
- Protection antistatique
- Protection de tension inverse
- Protection de court-circuit
- Protection de inrush current
- **Undervoltage Lockout**
- Protection complète
- GFCI & Grounding

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



Undervoltage Lockout (UVLO) - Enable

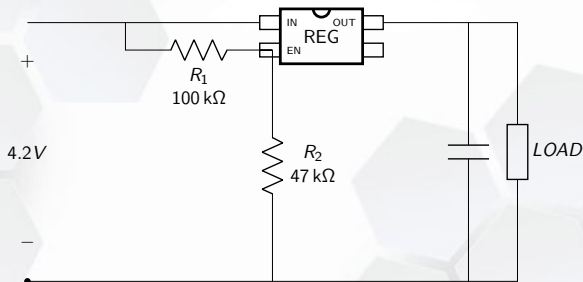


- Batterie $V_{max} = 4.2\text{ V}$
- Batterie $V_{min} = 3.7\text{ V}$
- Tension EN $V_{ref} = 1.2\text{ V}$

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?

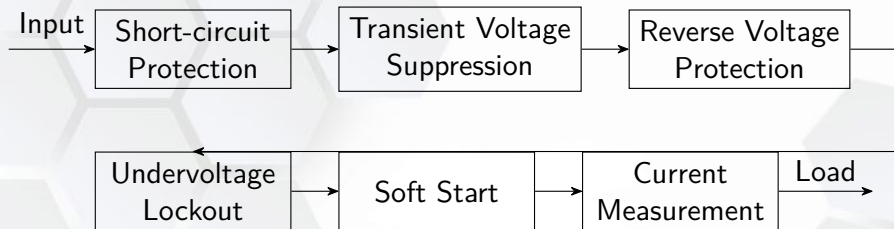
1 Comment protéger une alimentation?

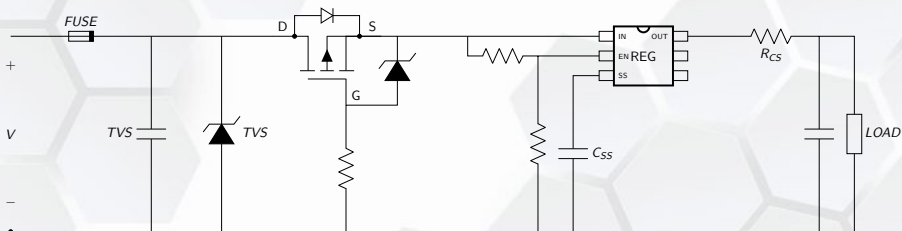
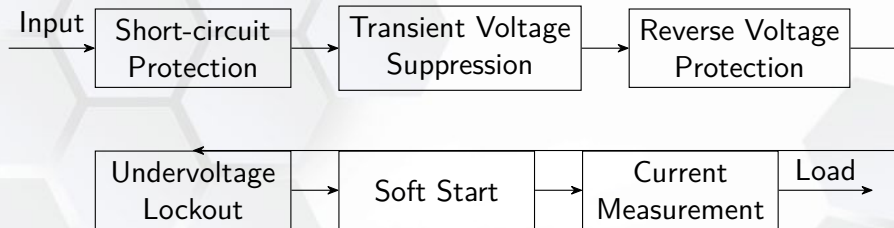
- Protection antistatique
- Protection de tension inverse
- Protection de court-circuit
- Protection de inrush current
- Undervoltage Lockout
- **Protection complète**
- GFCI & Grounding

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
- **GFCI & Grounding**

2 Comment filtrer une alimentation?

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?

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!