
Effets CEM sur et des circuits imprimés

2 avril 2009
André Trabold

Tel. 026 411 93 33
1728 Rossens
www.emc.montena.com



1

Programme

- Introduction
- Immunité: Signaux perturbateur et filtres
- Emission: Signaux perturbateur et filtres
- Montage d'essai: effet d'antenne d'un conducteur
- Concept de zones d'un circuit imprimé
- Montage d'essai: plan de masse coupé
- Découplage des signaux et des IC's
- Alimentation à découpage
- Résumé

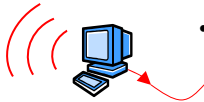


2

Introduction



- Immunité:
Des perturbations générés dans l'environnement peuvent influencer le fonctionnement d'appareil électronique.



- Emission:
Des appareils électronique ou électrique peuvent générer / émettre des perturbations dans l'environnement.



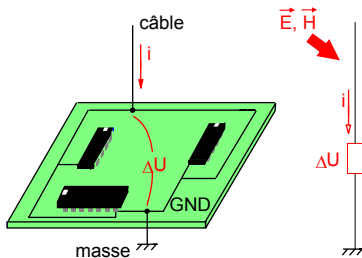
- Un system peut se perturber soi même:
p.ex. chute de tension pendant la commutation des IC,
diaphonie, réflexions, etc.



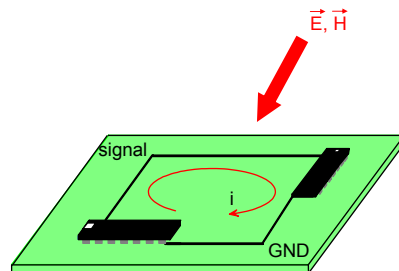
3

Immunité: couplages environnement → circuit électronique

Mode commun

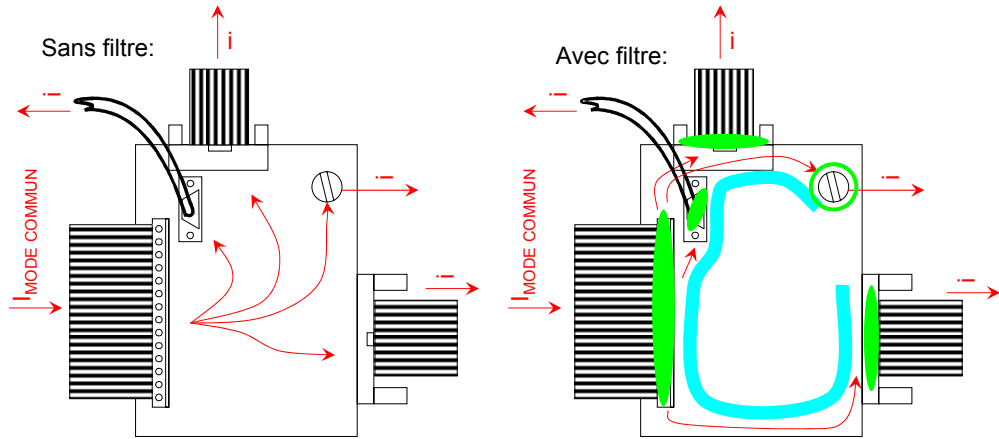


Mode différentiel



4

Immunité: principe du filtrage

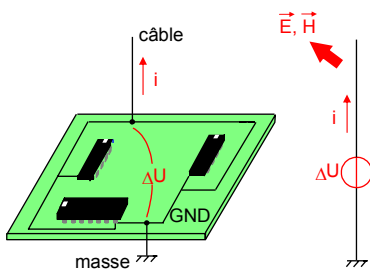


Principe 1: ■ Liaison basse impédance
 Principe 2: ■ Haute impédance série

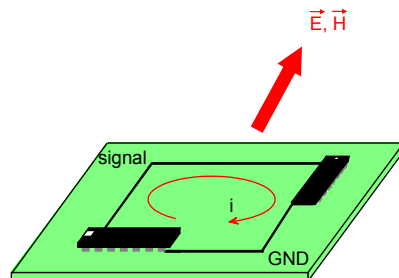
5

Emission: couplages circuits imprimés → environnement

Mode commun

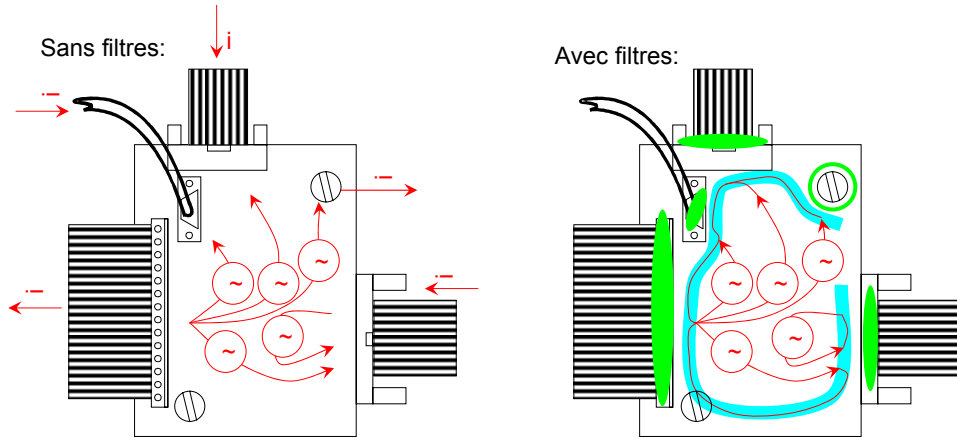




Mode différentiel



6

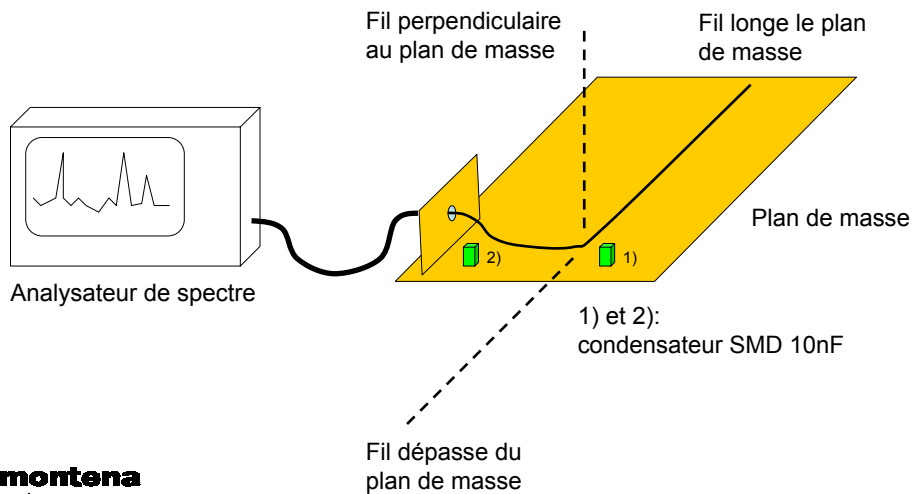
Emission: principe du filtrage



Principe 1:  Liaison basse impédance
Principe 2:  Haute impédance série

7

Montage d'essai: effet d'antenne d'un conducteur



8

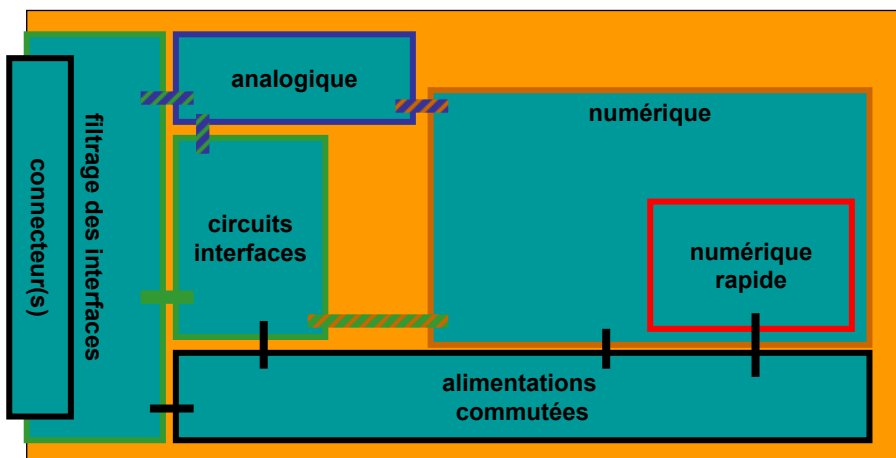
Montage d'essai: effet d'antenne d'un conducteur

- 1) Fil dépasse du plan de masse :
Emission à MHz: dB μ V
- 2) Fil perpendiculaire au plan de masse :
Emission à MHz: dB μ V
- 3) Fil long plan de masse :
Emission à MHz: dB μ V → Plan de masse
- 4) Fil avec 10nF (1), indépendamment de l'orientation:
Emission à MHz: dB μ V
- 5) Fil avec 10nF (2) proche du connecteur, indépendamment de l'orientation :
Emission à MHz: dB μ V → Filtrage



9

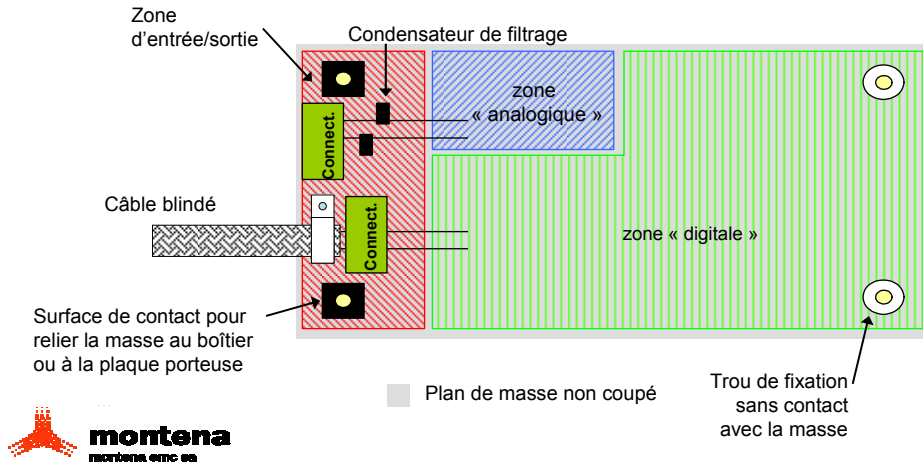
Exemple du principe de zones sur un circuit imprimé



F.DIG.100

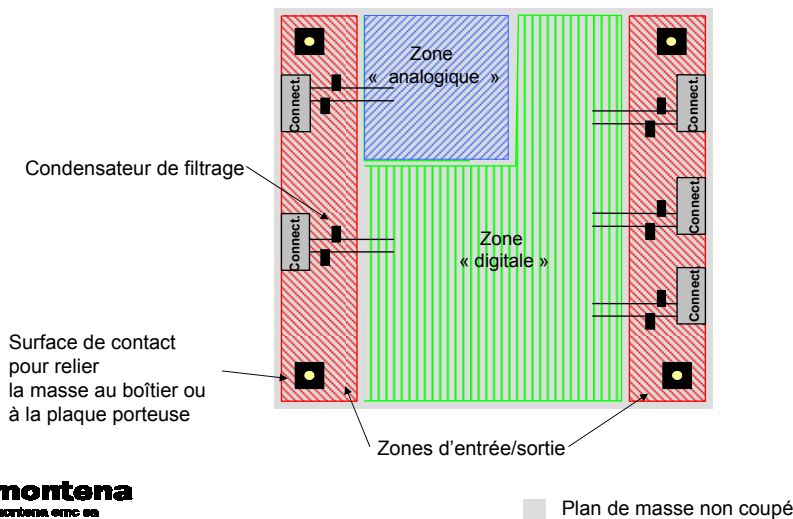
10

Circuits imprimés avec des connecteurs sur un seul côté.



11

Circuits imprimés avec connecteurs montés sur deux côtés opposés

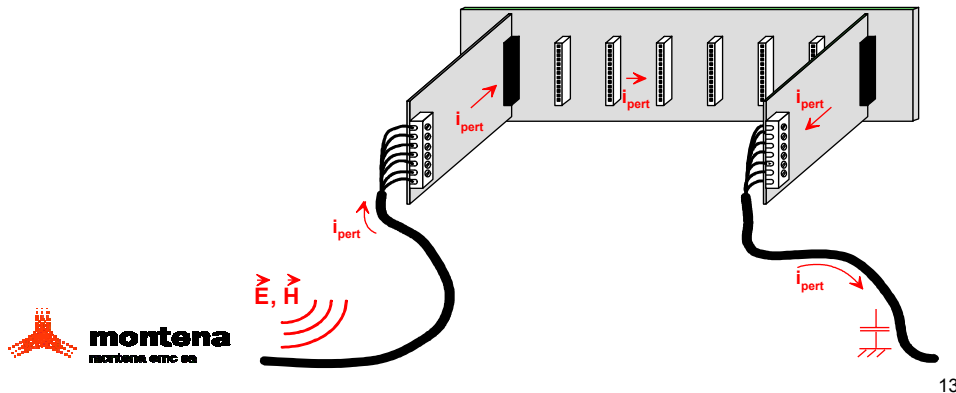


12

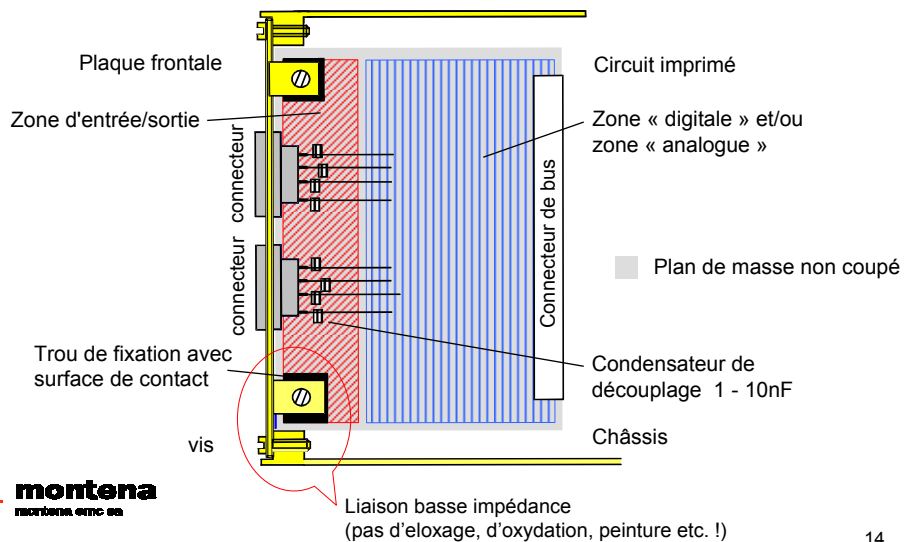
Problématique des systèmes de bus avec connexion des câbles à l'avant

Idée de base:

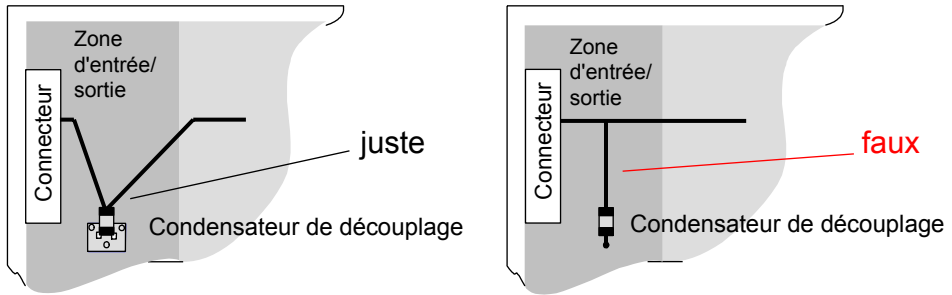
- Diminuer i_{pert} au moyen d'une impédance série.
- Offrir un chemin basse impédance pour dévier i_{pert} .



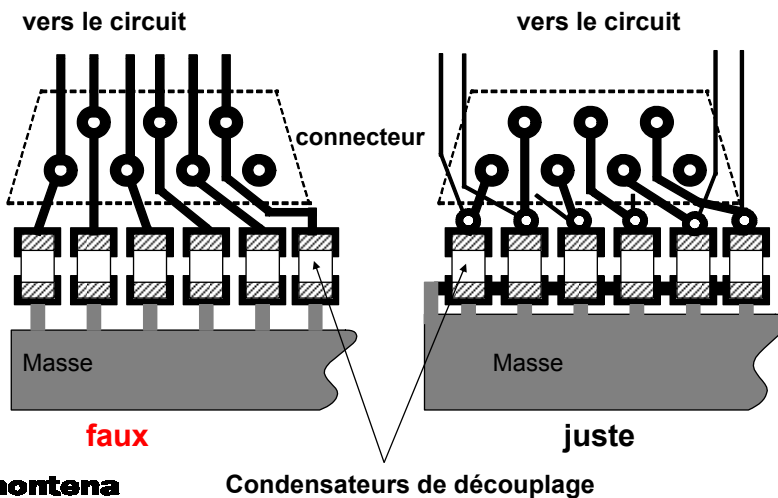
Cartes enfichables



Placement des condensateurs de découplage

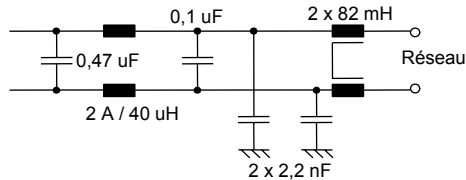
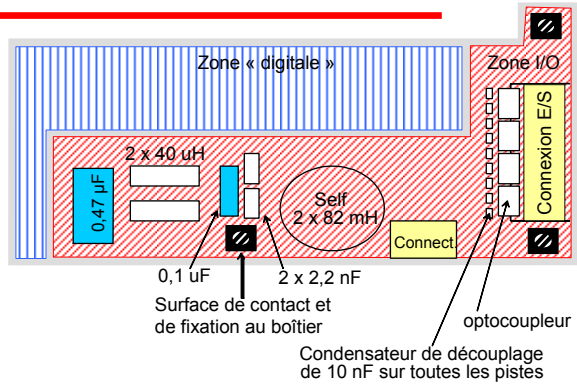


Réalisation de la zone de filtrage



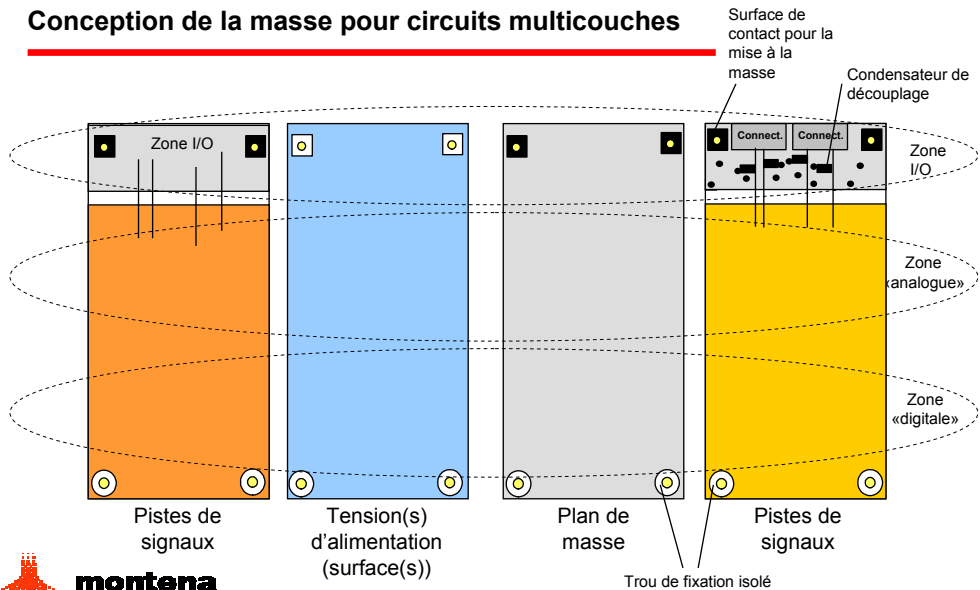
Réalisation de la zone de filtrage

La suite des éléments sur le layout doit être la même que sur le schéma!



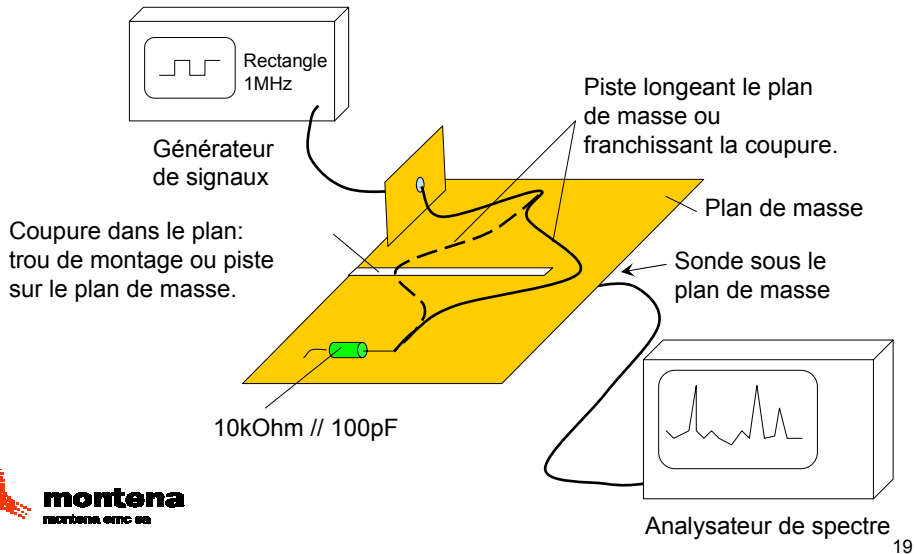
17

Conception de la masse pour circuits multicouches



18

Essai du plan de masse coupé – montage d'essai

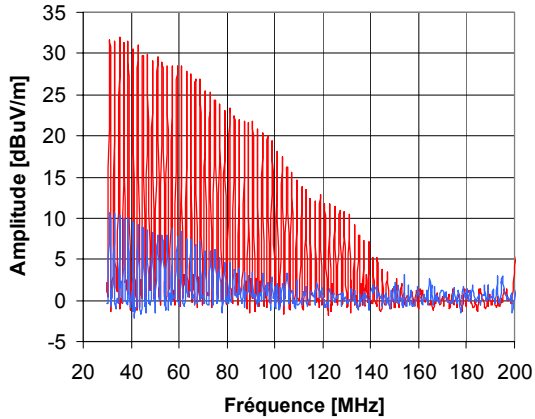


Essai du plan de masse coupé – résultat

- 1) Piste longeant le plan de masse:
Pointe à MHz: dB μ V Chemin du courant: Aller = Retour
 - 2) Piste franchissant la coupure:
Pointe à MHz: dB μ V Chemin du courant: Aller \neq Retour
- Dessiner le layout enfin d'assurer un chemin aller et retour le plus proche l'un de l'autre.
- Éviter les coupures dans le plan de masse.

Essai du plan de masse coupé – résultat champ proche

Champ perturbateur mesuré avec une sonde directement sous le pcb.



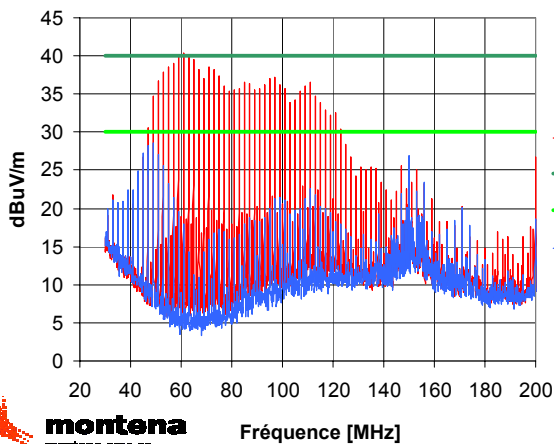
- Piste franchissant la coupure
- Piste longeant le plan de masse



21

Essai du plan de masse coupé – résultat champ lointain

Champ perturbateur mesuré à 10m



- Piste franchissant la coupure
- Limite cl. A
- Limite cl. B
- Piste longeant le plan de masse



22

Conception de la masse

Technique digitale:

- surfaces avec un maximum d'interconnexions

Technique analogique BF à courants faibles:

- idem technique digitale

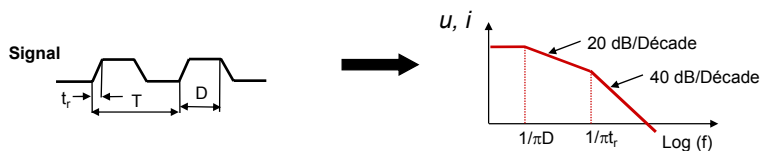
Technique analogique BF à courant élevé:

- en étoile pour les pistes parcourues par des courants élevés
- reste idem technique digitale

Technique analogique HF:

- technique "stripline" ou "microstrip"

Relations entre la forme du signal et son spectre de fréquence

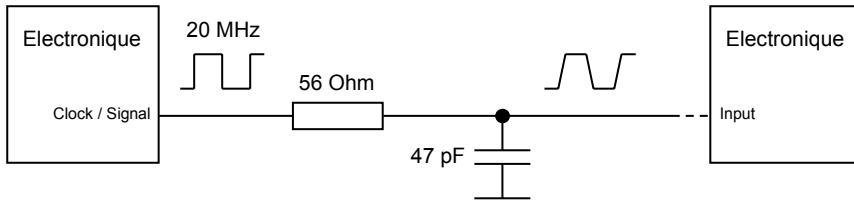


→ Flanc et période aussi lent que l'application le permet.

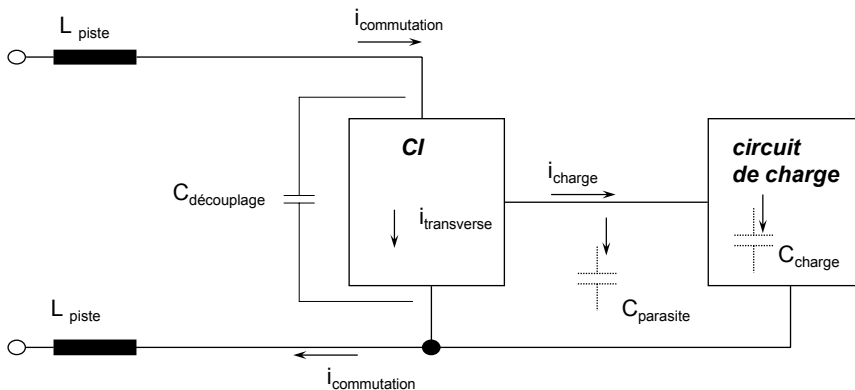
Filtre passe-bas

Les flancs raides peuvent être «arrondis» par un filtre passe-bas. Les harmoniques sont atténuées et le bruit diminue.

→ Il faut encore veiller à ce qu'il n'y ait pas de bascule rapide plus loin dans le circuit. En effet, elle reconstituerait le signal avec ses flancs d'origine et réduirait le filtrage à néant.

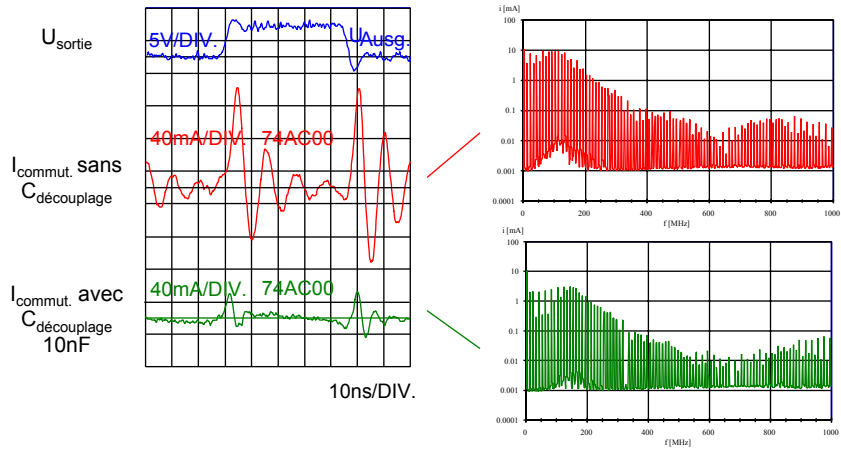


Composition du courant d'alimentation d'un circuit intégré



$$i_{\text{commutation}} = i_{\text{transverse}} + i_{\text{charge}}$$

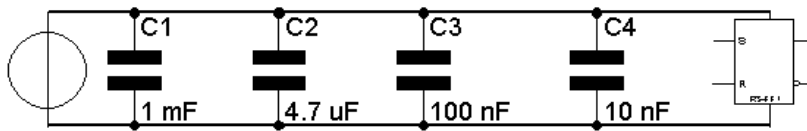
Courant de commutation d'un IC 74AC00 (Quad 2-Input NAND)



mesure: montena

27

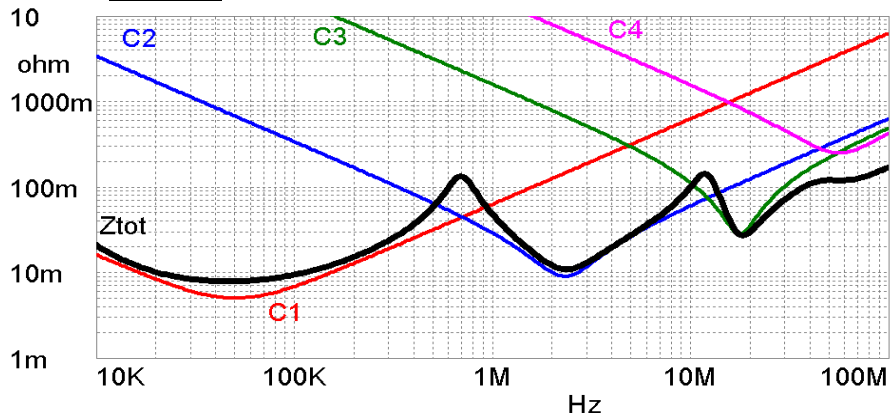
Système d'alimentation avec des condensateurs à valeurs différents



28

Impédance du système d'alimentation

Surfaces de masse et Vcc

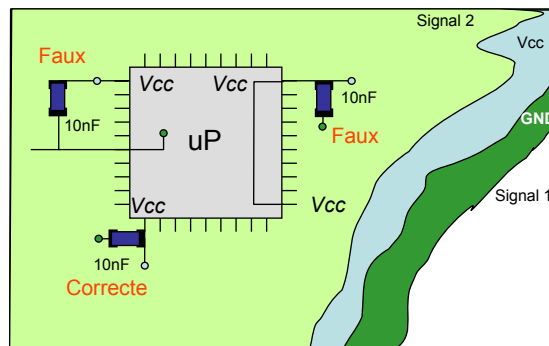


C1: 1 mF C3: 100 nF
C2: 4.7 uF C4: 10 nF



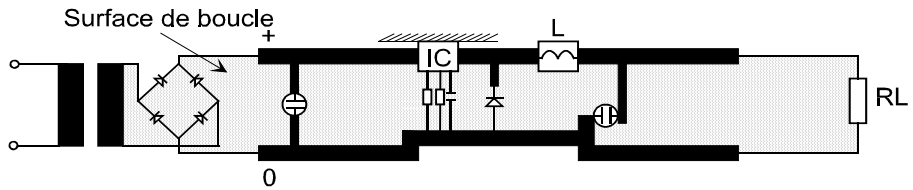
29

Découplage de l'alimentation



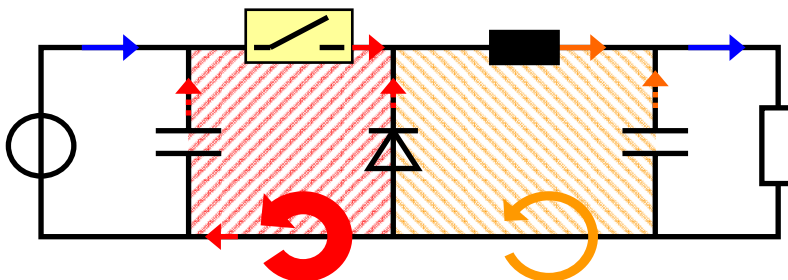
30

Alimentation à découpage



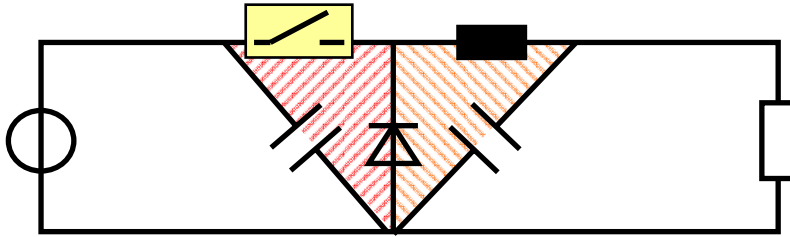
DC/DC

Les courants dans les différentes boucles ...



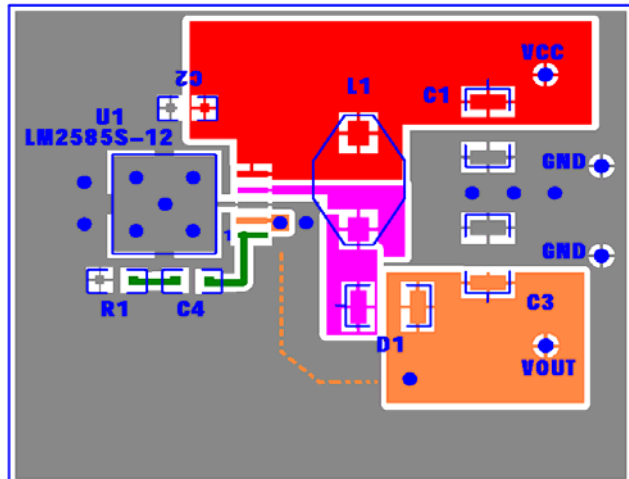
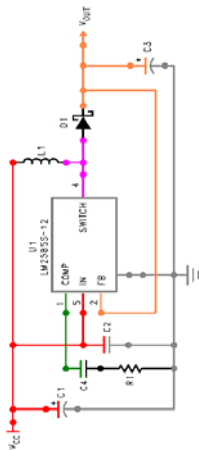
... créent des champs.

DC/DC



Layout: minimiser les boucles

Good switching power supply layout



(the bottom layer is a full ground plane)

source: www.national.com

Effets CEM sur et des circuits imprimés

Résumé:

- Identifier les éventuels chemins des courants perturbateurs externes.
- Délimiter des zones sur le PCB.
- Définir le filtrage et les découplages et les placer de manière optimale.
- Identifier les sources de perturbation internes (commutateurs et IC's).
- Placement idéal des sources de perturbation internes dans la zone.
- Définir le filtrage et les découplages et les placer de manière optimale.



35

Effets CEM sur et des circuits imprimés

Merci pour votre attention.



36