

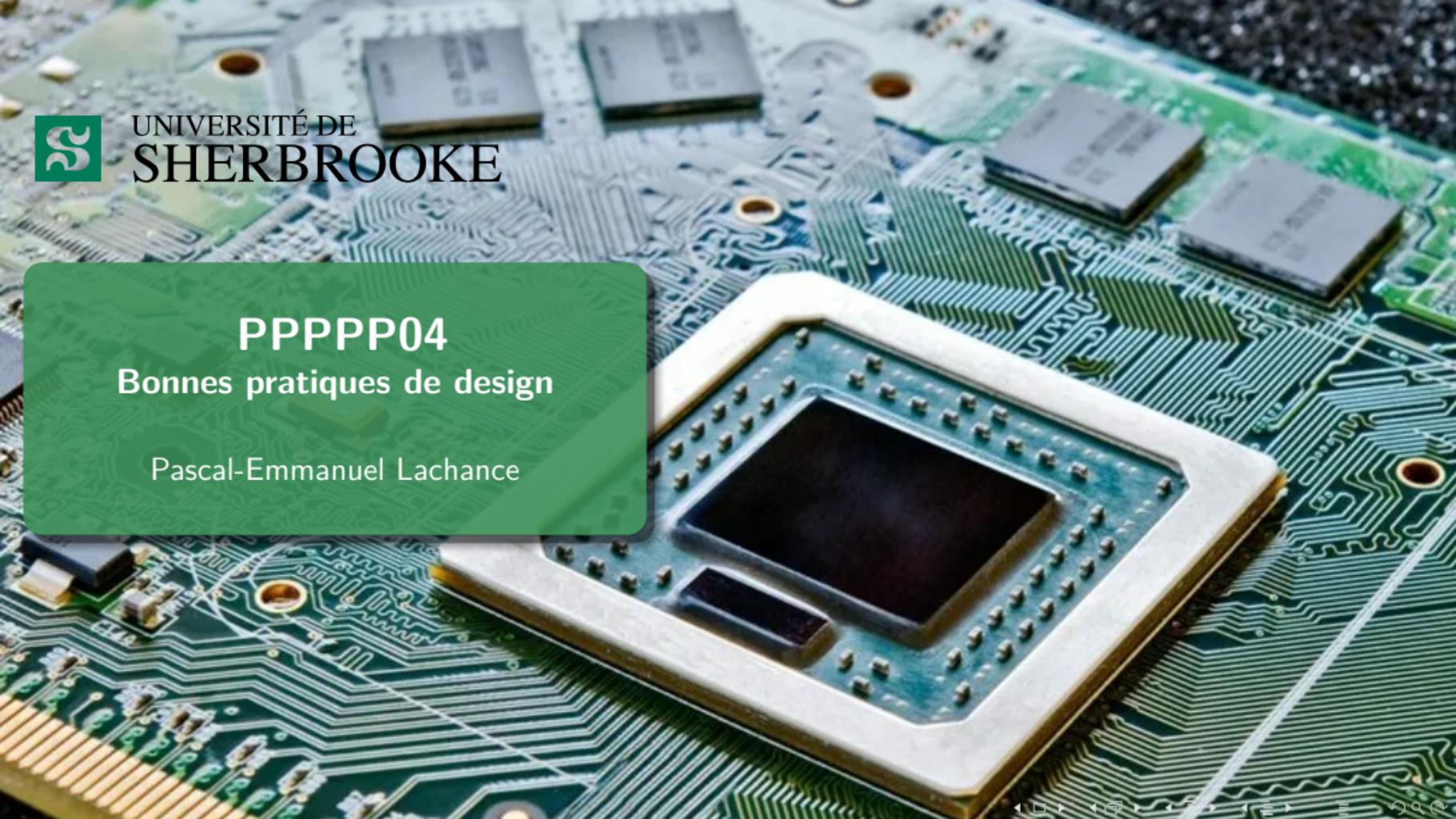


UNIVERSITÉ DE  
**SHERBROOKE**

## PPPPP04

Bonnes pratiques de design

Pascal-Emmanuel Lachance



# PPPPP04

## *Bonnes pratiques de design*

Par: Pascal-Emmanuel Lachance

-  Comment choisir ses composantes et optimiser son BOM?
-  Comment bien concevoir un symbole et un footprint?
-  Bonnes pratiques de schémas
-  Bonnes pratiques de layout
-  Comment faire un design review?
-  Communication avec fabricants, assembleurs et programmeurs

## Bonnes pratiques générales

- Bonnes pratiques générales
  - Définition des besoins
  - Debugging
  - Simulation
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
- Bonnes pratiques de schéma

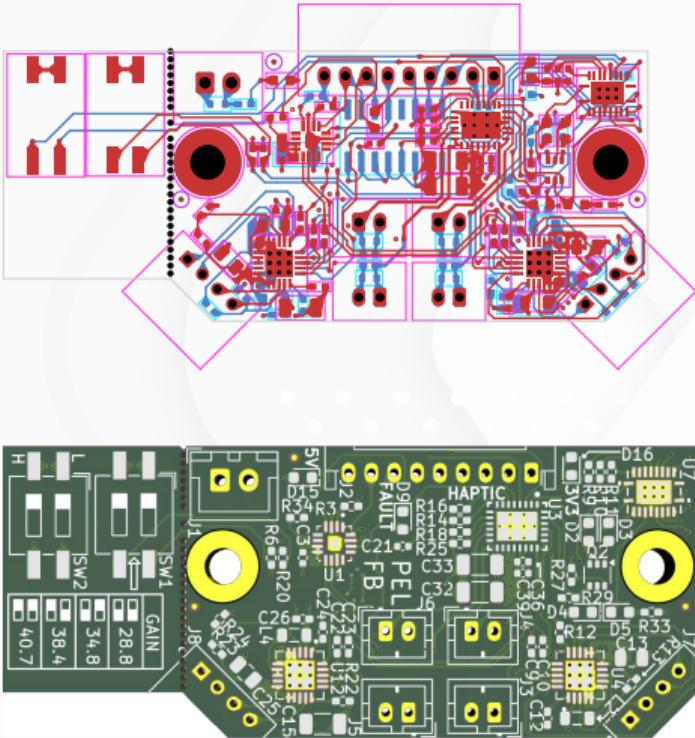
## Bonnes pratiques générales

- Bonnes pratiques générales
  - Définition des besoins
  - Debugging
  - Simulation
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
- Bonnes pratiques de schéma

# Mise en contexte — Haptic Board



- Dernier board que j'ai design
  - A24, pour PMC
- Placé au dos de la main au-dessus d'un autre board
- Contrôle des éléments d'haptique
- Dernière partie d'une intégration de 10 PCBs sur le bras



- Dresser une liste des fonctionnalités
  - Activation de 4 solénoïdes
  - Activation de 4 piézo
  - Petit
  - Ne chauffe pas
  - Alimenté 5 V et/ou 3.3 V
  - Contrôlé par  $I^2C$  &  $I^2S$
  - Contraintes de bruit électronique

- Dresser une liste des fonctionnalités
- Dresser des requis techniques quantifiables
- Activation de 4 solénoïdes
  - 5 V @ 500 mA chaque
- Activation de 4 piézo
  - 60 V @ 200 Hz AC
- Petit
  - 25.5 mm × 45 mm
- Ne chauffe pas
  - $\Delta T_{max} = 40^\circ\text{C}$
- Alimenté 5 V et/ou 3.3 V
- Contrôlé par  $I^2C$  &  $I^2S$
- Contraintes de bruit électronique

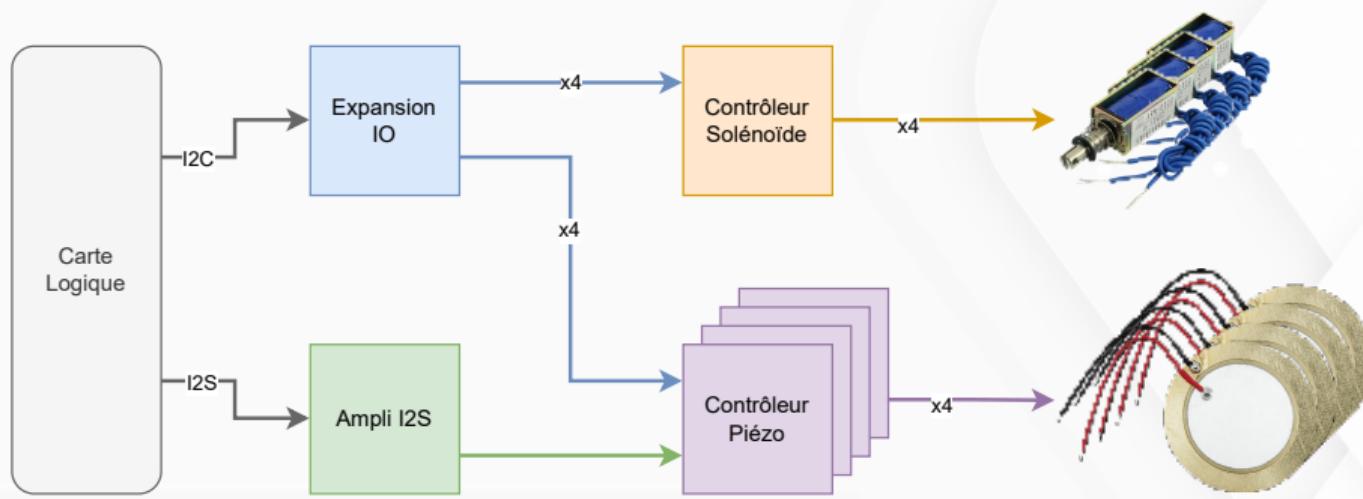
# Définition des besoins

- Dresser une liste des fonctionnalités
- Dresser des requis techniques quantifiables
  
- Combien en as-tu besoin?
- A quel point ils doivent être fiables
- Comment tu vas les tester?
  - Dresser un plan de test!
- Envisager la complexité dès le début
  
- Activation de 4 solénoïdes
  - 5 V @ 500 mA chaque
- Activation de 4 piézo
  - 60 V @ 200 Hz AC
- Petit
  - 25.5 mm × 45 mm
- Ne chauffe pas
  - $\Delta T_{max} = 40^\circ\text{C}$
- Alimenté 5 V et/ou 3.3 V
- Contrôlé par  $I^2\text{C}$  &  $I^2\text{S}$
- Contraintes de bruit électronique

# Schéma-Blocs

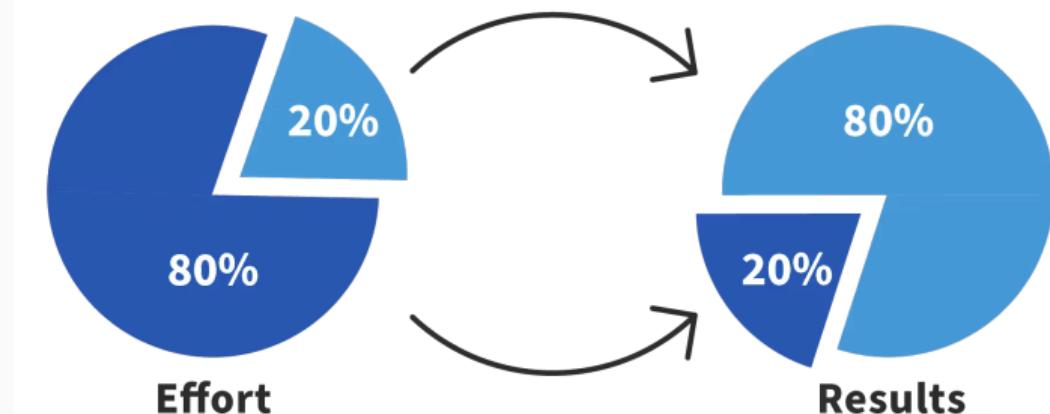
- Faire un schéma-bloc des différentes portions du projet
- À inclure dans le schéma final

- Général
- Power Delivery Network
- MCU/CPU/FPGA
- Communications
- Séquences



- Principe simple:
  - 80% de tes résultats viennent de 20% des efforts
  - Pour obtenir le dernier 20% des résultats, il faut mettre 80% des efforts

## Pareto Principle

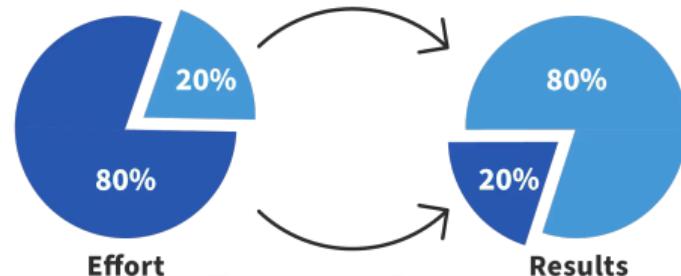


Source: [1]

- Principe simple:
  - 80% de tes résultats viennent de 20% des efforts
  - Pour obtenir le dernier 20% des résultats, il faut mettre 80% des efforts

- 80% des coûts vient de 20% des pièces
- 80% de la complexité vient de 20% du design
- 80% du power consommé par 20% des pièces
- 80% du temps de debug sur 20% des problèmes

Pareto Principle



Source: [1]

## Bonnes pratiques générales

- Bonnes pratiques générales
  - Définition des besoins
  - **Debugging**
  - Simulation
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
- Bonnes pratiques de schéma

# Outils de debugging

## Multimètre

- Mesures DC
- Mesures de l'alimentation
- Vérifier des shorts



## Oscilloscope

- Temporel
- Meilleur outil
- Bruit
- Communication



## Analyseur Logique

- Protocole
- Décodage protocole
- Validation communication



## Caméra Thermique

- Température
- Trouver pièce brisée
- Valider requis thermiques



## Current Clamp

- Courant
- Mesures de l'alimentation
- Non-intrusif



## Power Analyzer — SMU

- Mesure power DC
- Précision
- Logging
- Source



## LCR Meter

- Réactance
- Mesure de composants passifs
- Impédance
- Quality Factor



## Vector Network Analyzer

- Caractéristiques électriques
- Mesure signal et retour
- Mesure Impédance
- S-Parameter



## Spectrum Analyzer

- Oscilloscope sur stéroïdes
- Fourier
- Mesure signal
- Mesure du bruit



## Near-Field Probe

- EMI
- Mesure bruit électromagnétique
- Fréquence précise
- EMC



- Avoir plusieurs méthodes de debug
- Design pour pouvoir être debug
- Être conscient des outils de debugging à ta disposition
- Prévoir comment débugger et tester toutes les fonctionnalités
- Rajouter plus de testpoint que nécessaire

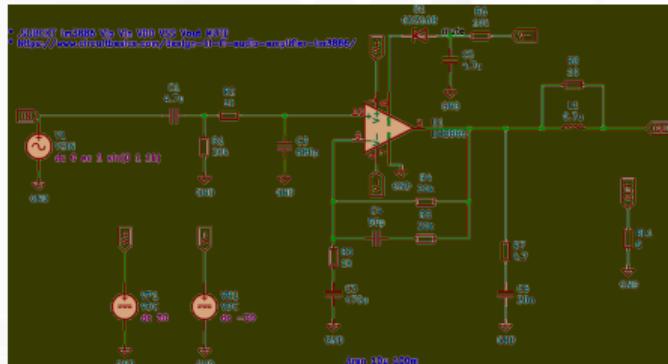
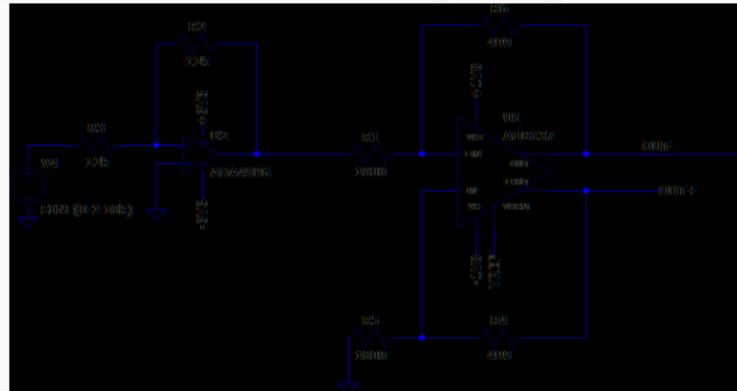
# Où vont les testpoints?

- GND GND GND
- Power
- Lignes de communication
- Toute la chaîne analogique
- Clocks et signaux de contrôle
- Et plus!

## Bonnes pratiques générales

- Bonnes pratiques générales
  - Définition des besoins
  - Debugging
  - Simulation
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
- Bonnes pratiques de schéma

- Décrit un circuit en équations
- Permet de faire des analyses
  - AC
  - DC
  - Transient
  - Noise
- Simulations de circuits AC



## Bonnes pratiques des composantes & BOM

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
  - Footprints
  - Symboles
  - Datasheets
  - Recherche de pièces
  - BOM
- Bonnes pratiques de schéma

## Bonnes pratiques des composantes & BOM

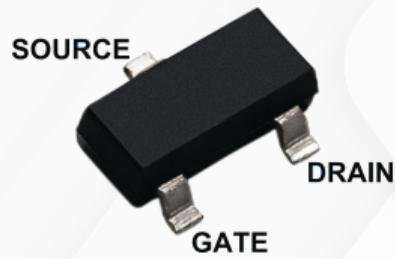
- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
  - Footprints
  - Symboles
  - Datasheets
  - Recherche de pièces
  - BOM
- Bonnes pratiques de schéma

- Élément très important de la conception de pièces
  - Affecte le layout et l'assemblage
  - Le footprint devrait être clair
  - Le footprint devrait être représentatif
  - Le footprint devrait avoir des bonnes informations mécaniques
  - Le footprint devrait respecter tes capacités d'assemblage
  - Le footprint devrait avoir un modèle 3D
- 
- Faire le footprint soi-même
    - Suivre un standard
    - Modifier la pièce plus tard au besoin
    - Avoir des marqueurs de pin 1 consistants
    - Avoir les bonnes couches mécaniques
    - Avoir des bons modèles 3D
    - Valider que le footprint est bon

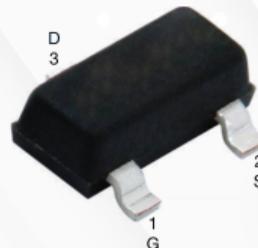
# Attention aux footprints!



- Toujours valider tous les footprints
- Faire attention aux sources de footprints
- Faire attention particulière aux transistors!

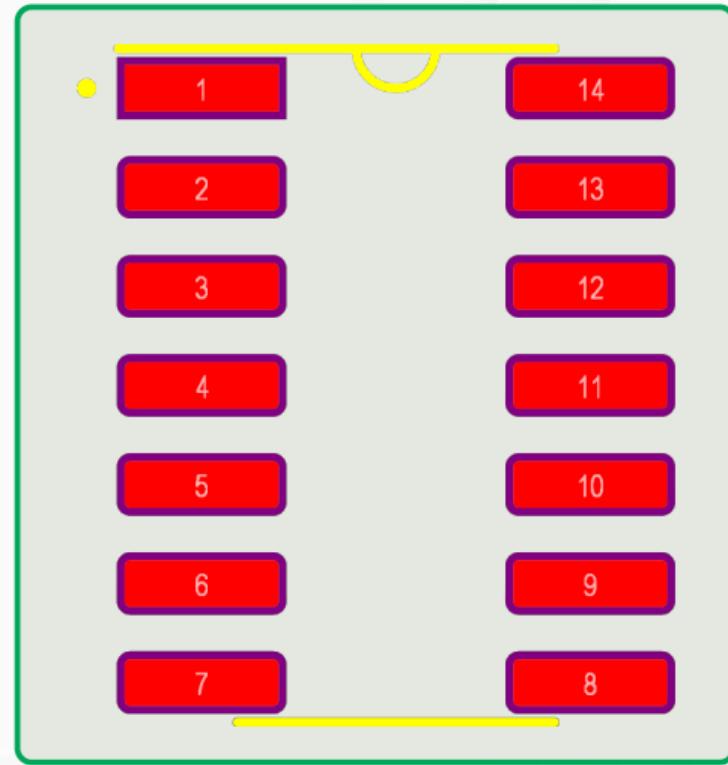


Microchip LND150

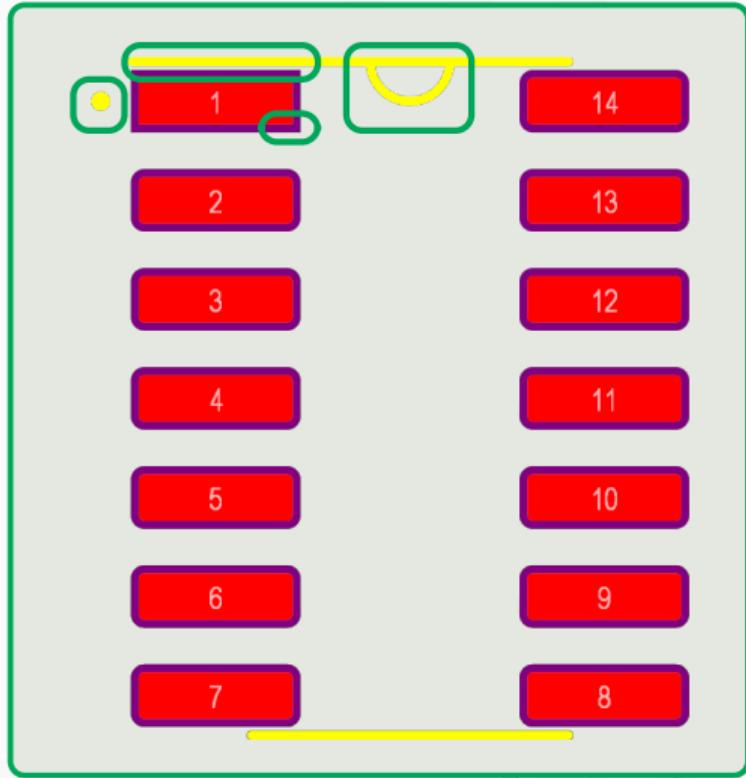


Vishay SQ2318

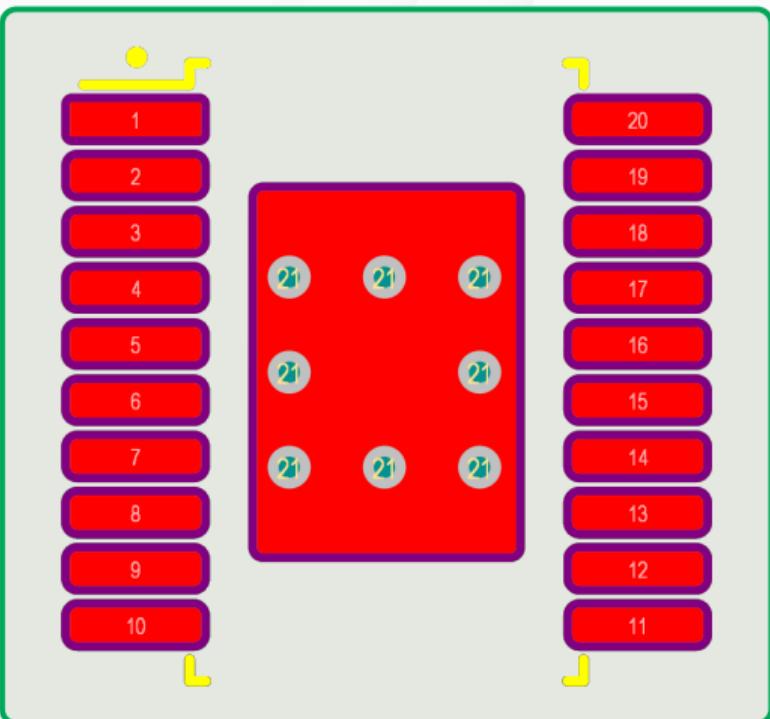
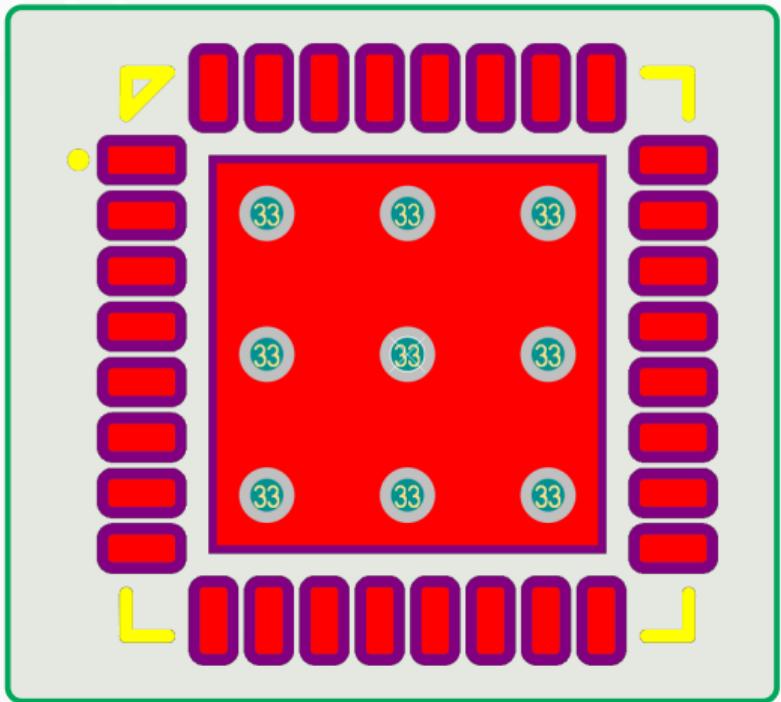
- Doit être visible clairement pendant l'assemblage
  - Couche d'assemblage avec les marqueurs
- Doit être visible après l'assemblage!
- Plusieurs marqueurs possibles
- En vue 3D, il faut pouvoir immédiatement le voir
- Ne pas couvrir avec un via ou d'autre silkscreen!



- Doit être visible clairement pendant l'assemblage
  - Couche d'assemblage avec les marqueurs
- Doit être visible après l'assemblage!
- Plusieurs marqueurs possibles
- En vue 3D, il faut pouvoir immédiatement le voir
- Ne pas couvrir avec un via ou d'autre silkscreen!



# Marqueurs de pin 1



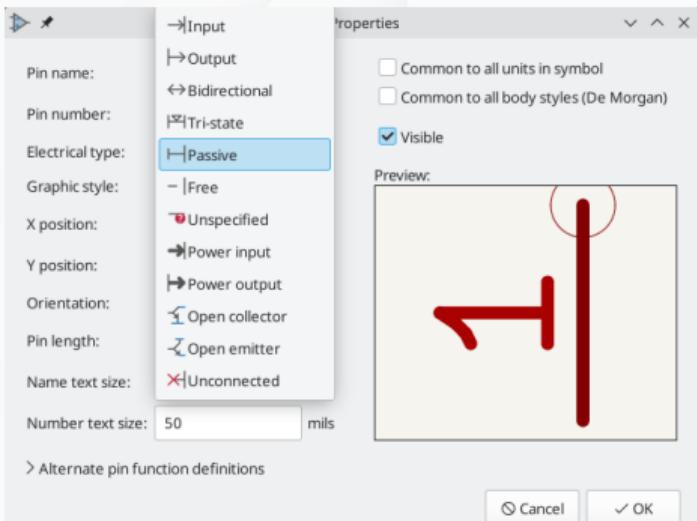
# Bonnes pratiques des composantes & BOM

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
  - Footprints
  - Symboles
  - Datasheets
  - Recherche de pièces
  - BOM
- Bonnes pratiques de schéma

# Fabrication du symbole



- Un des éléments de clareté les plus importants
- Affecte aussi le BOM
- La pièce devrait être représentative
- La pièce devrait être facile à lire
- La pièce devrait contenir toutes les informations pour le BOM
- Faire la pièce soi-même
  - Suivre un standard
  - Modifier plus tard pour fitter le schéma
  - Customize le BOM
  - Validation de la pièce
  - Mettre les types électriques



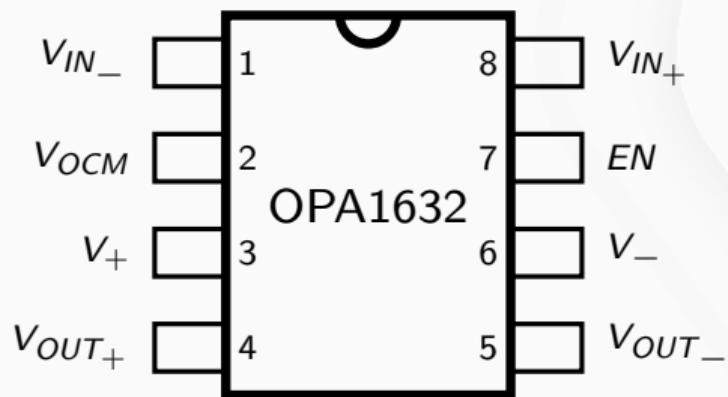
Source: [2]

# Pinout du symbole

- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce

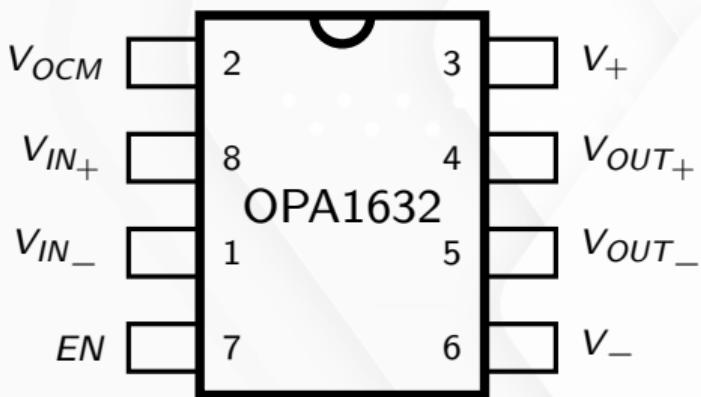
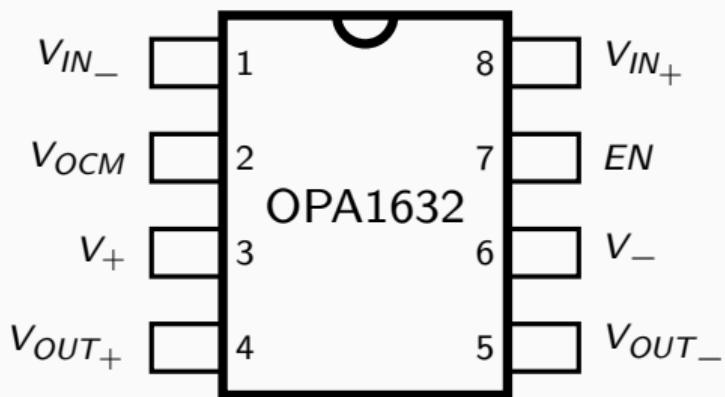
# Pinout du symbole

- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce



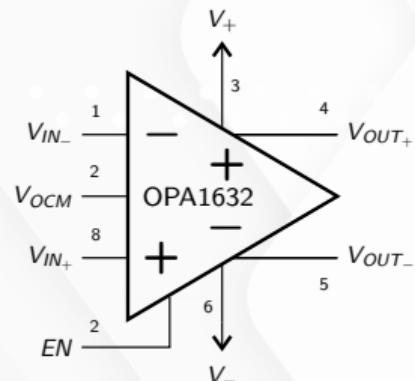
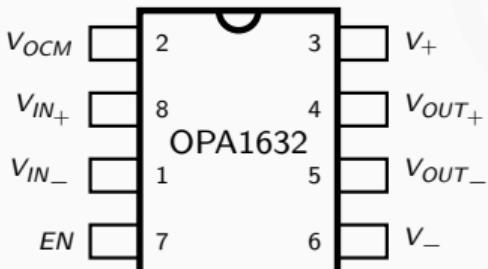
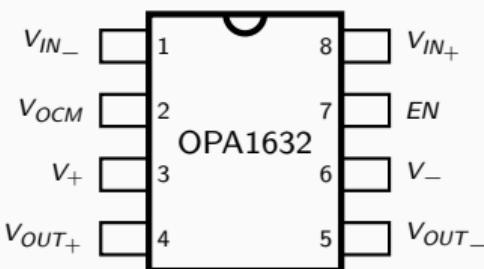
# Pinout du symbole

- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce



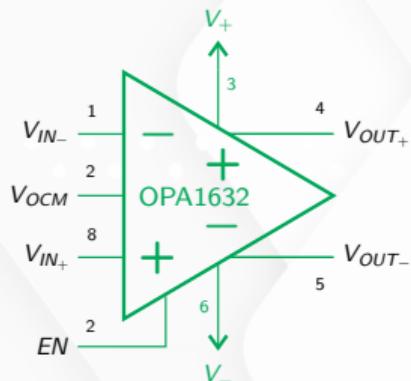
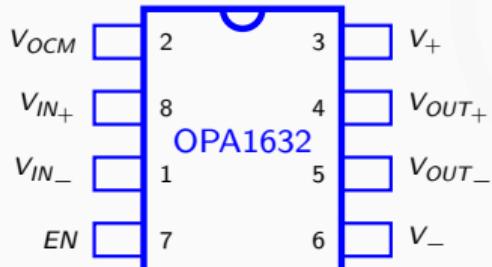
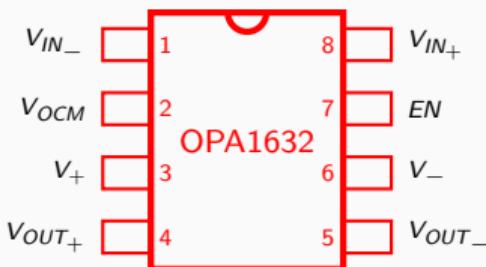
# Pinout du symbole

- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce

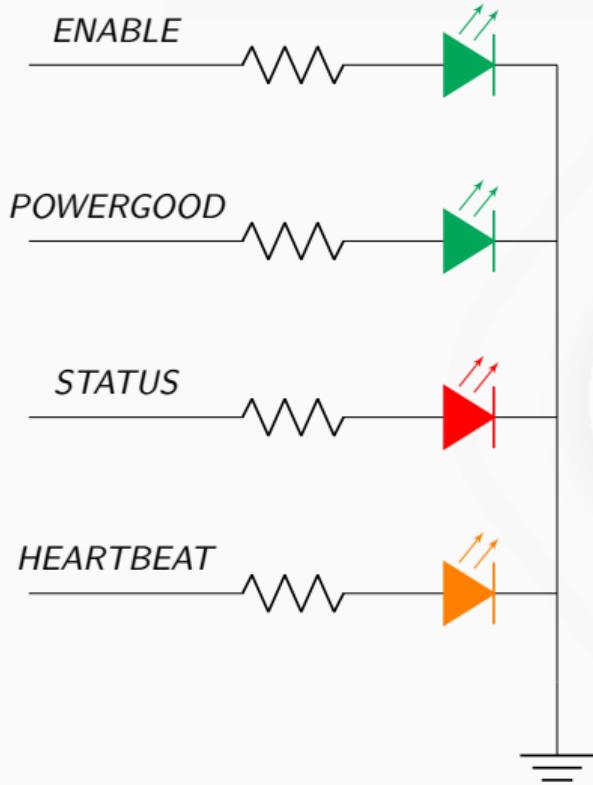


# Pinout du symbole

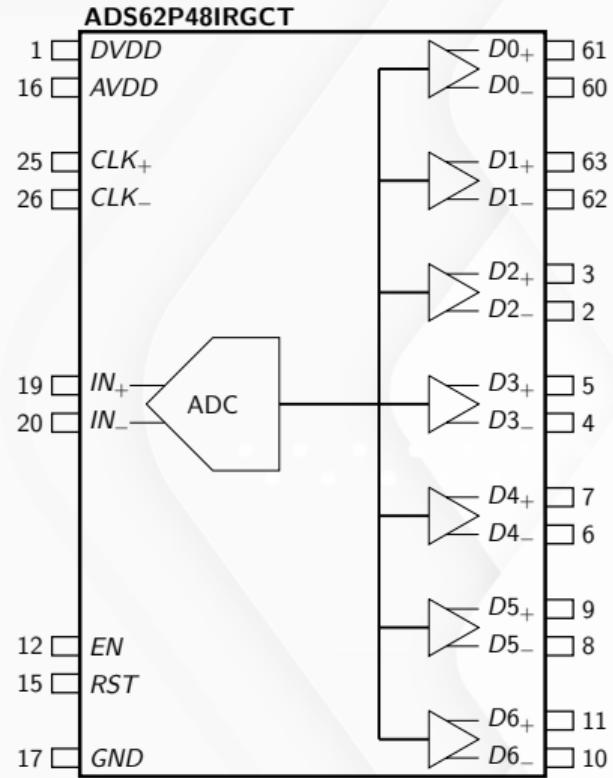
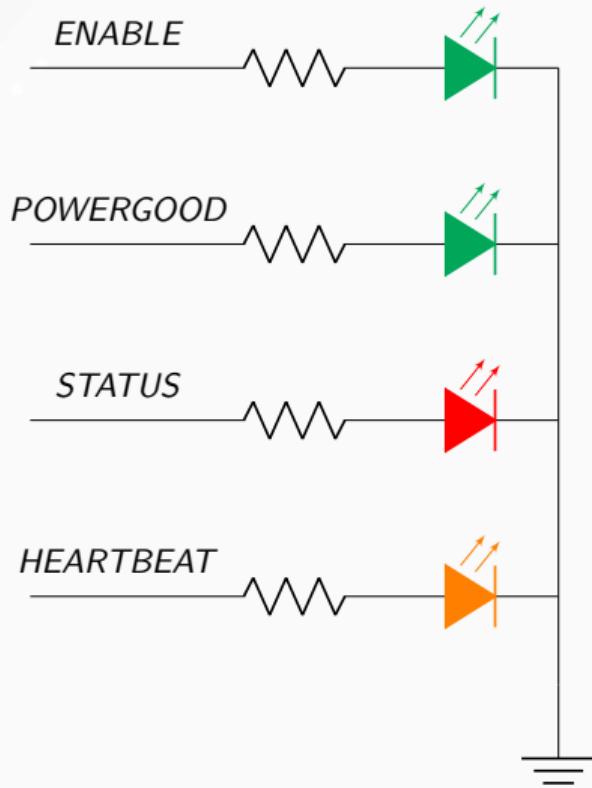
- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce



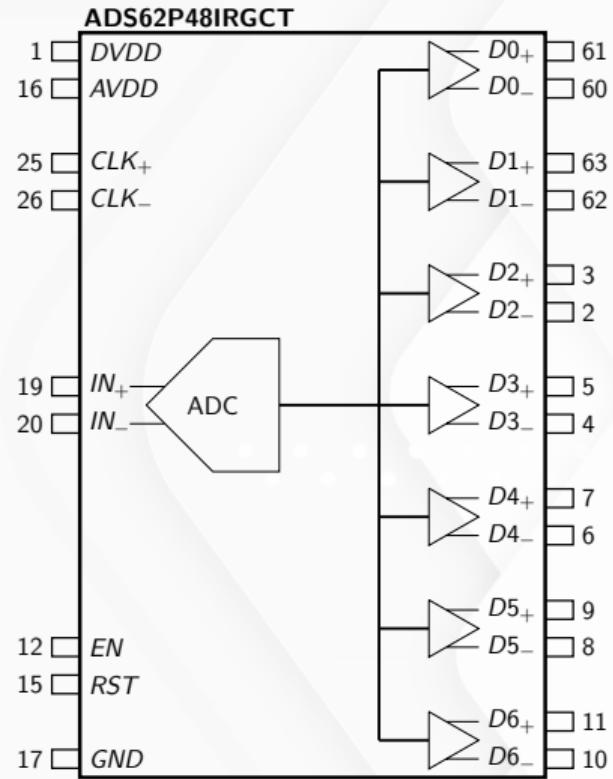
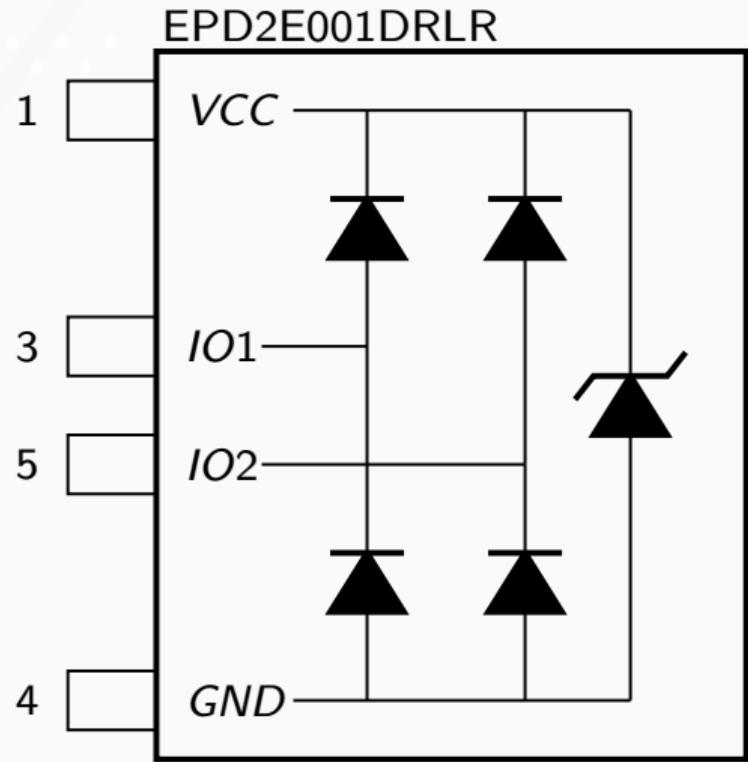
# Symboles représentatifs



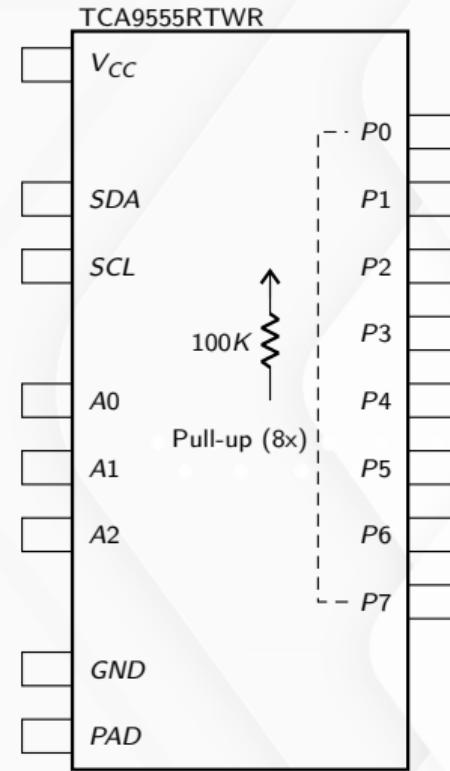
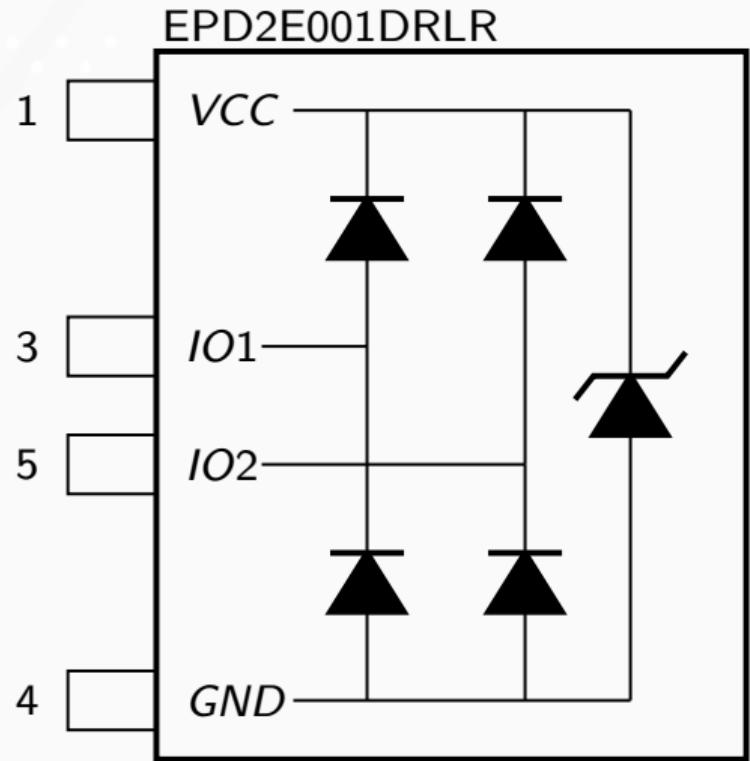
# Symboles représentatifs



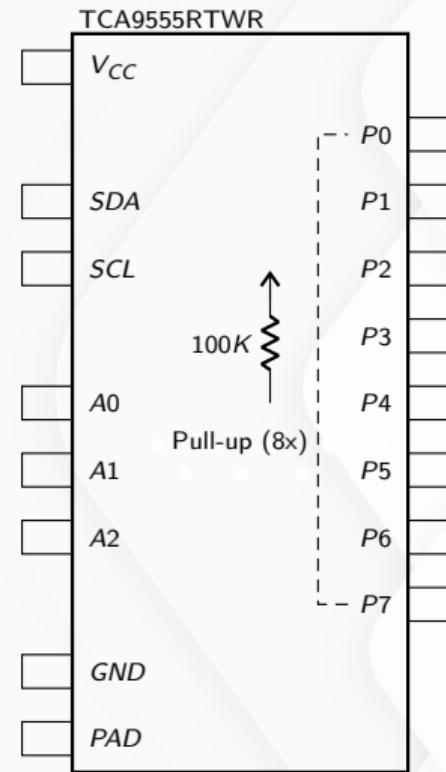
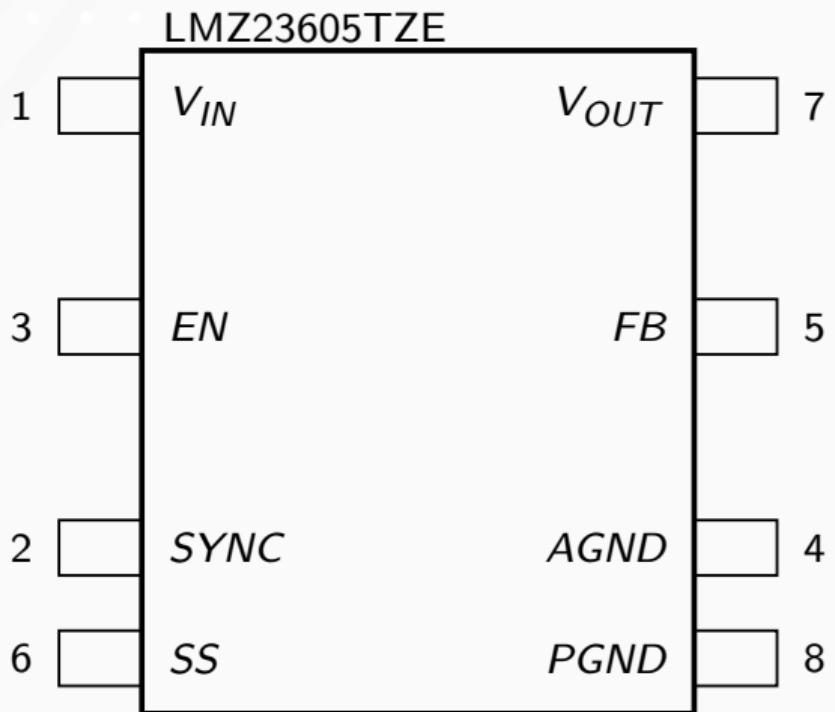
# Symboles représentatifs



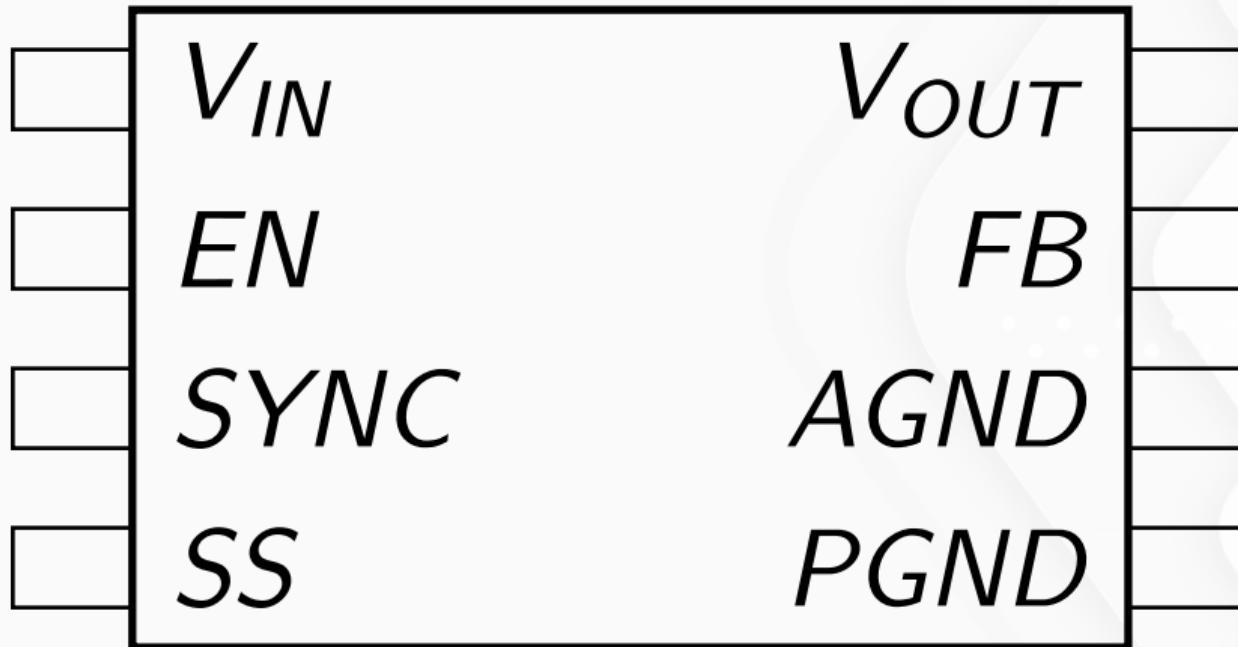
# Symboles représentatifs

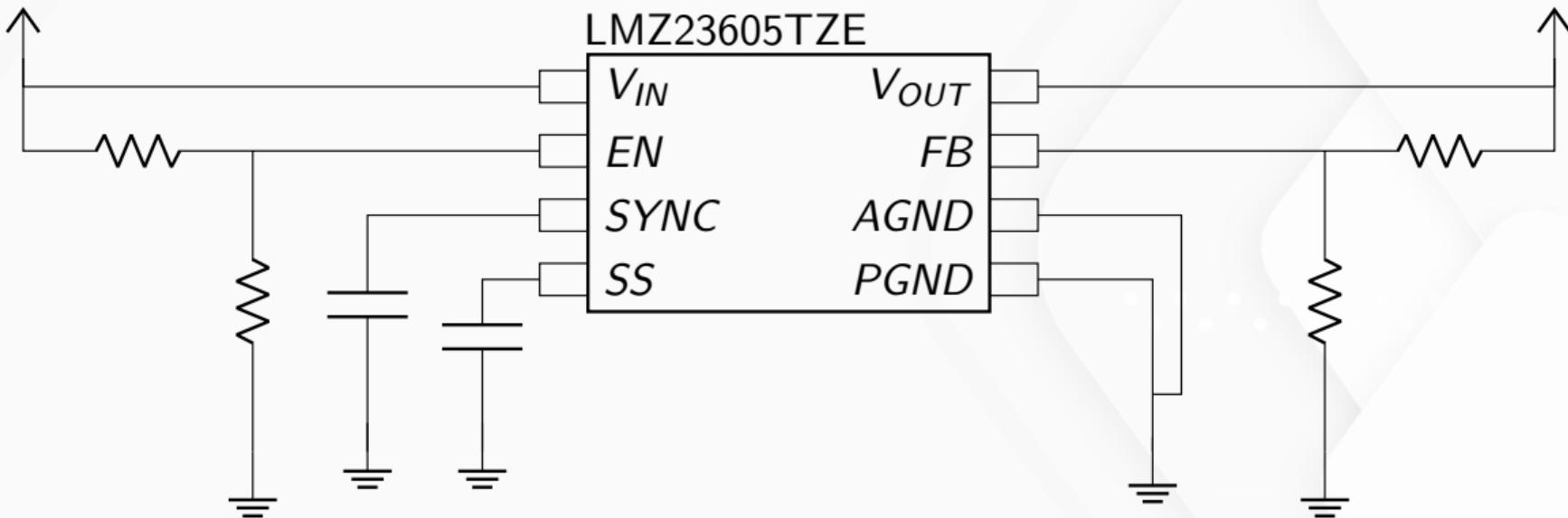


# Symboles représentatifs

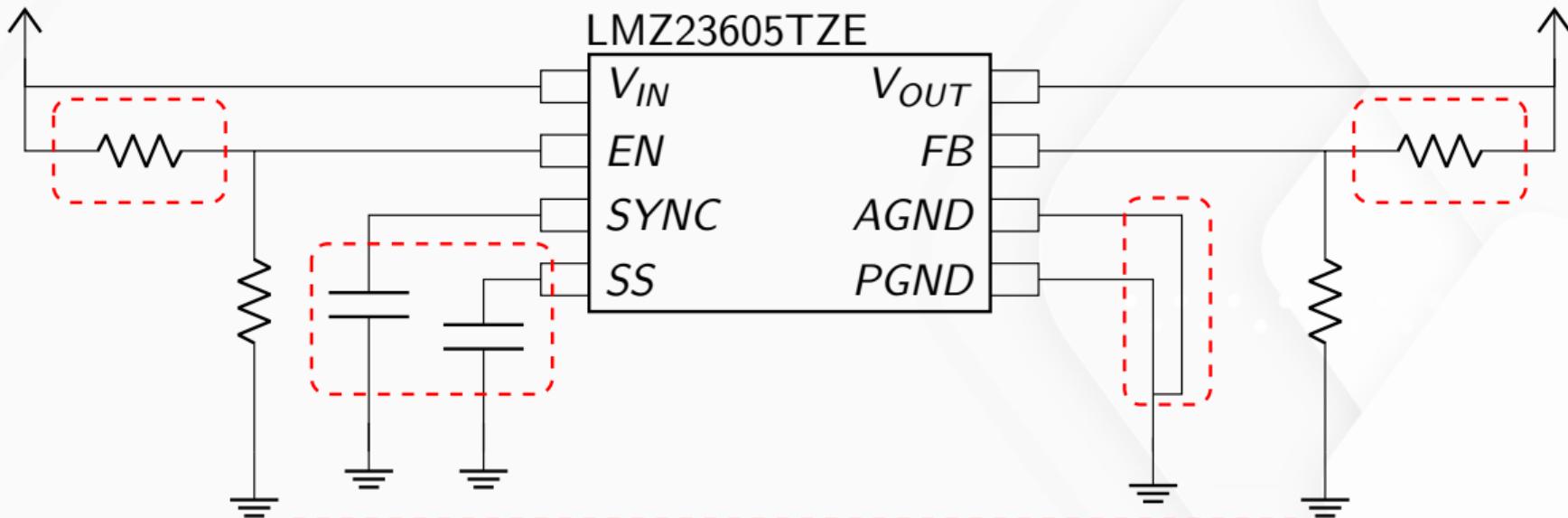


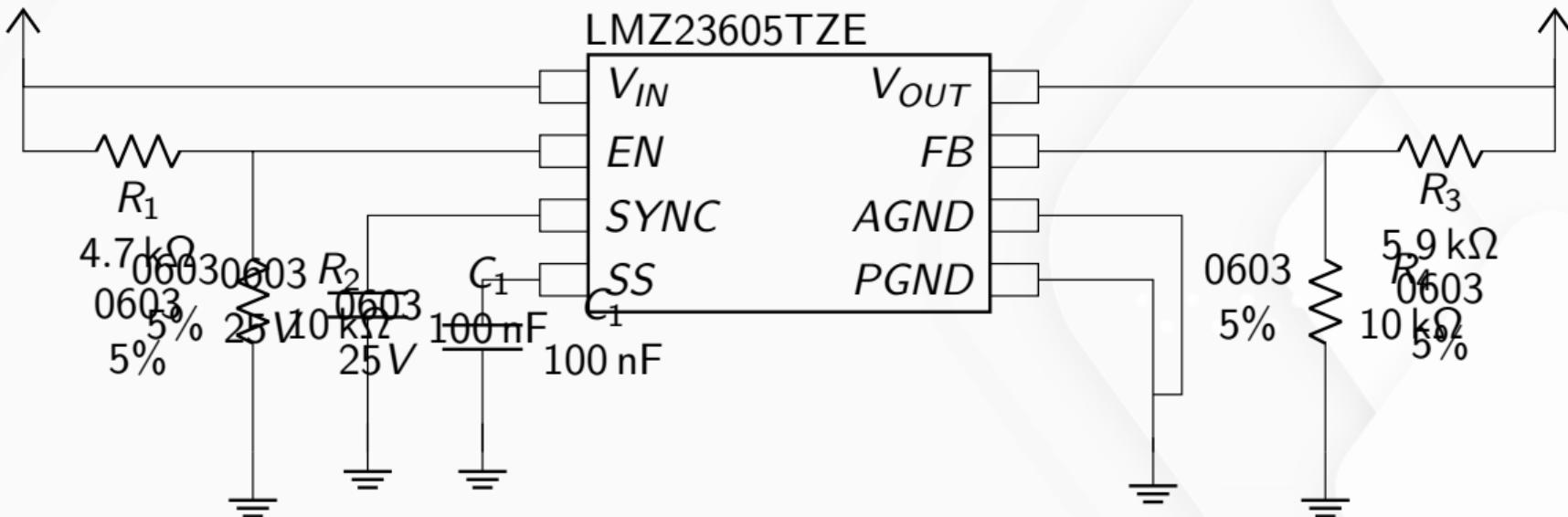
## LMZ23605TZE

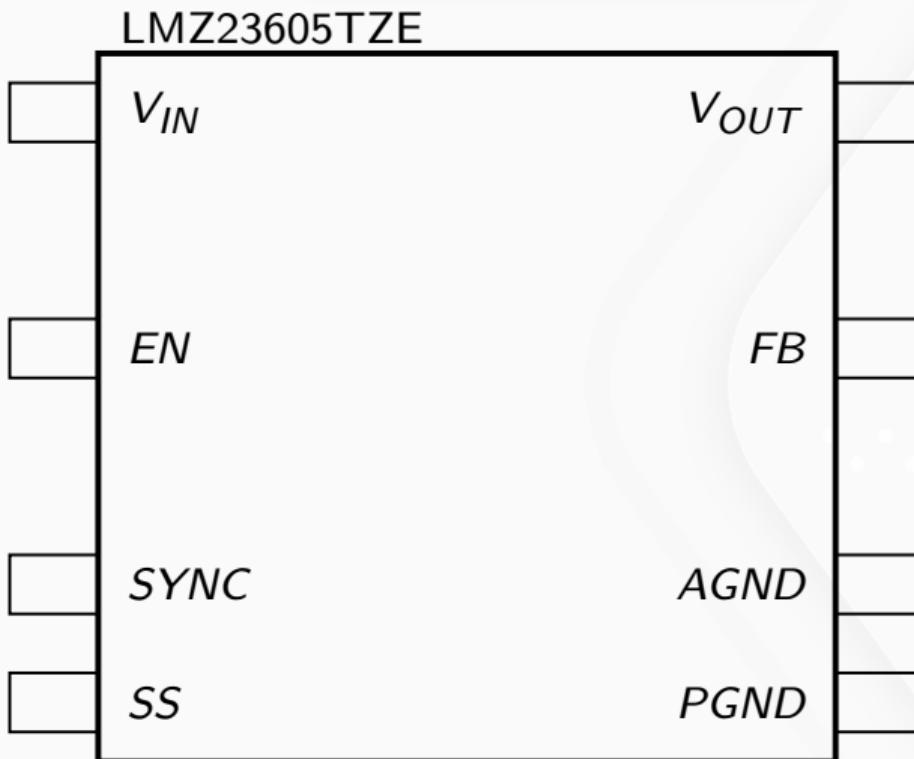




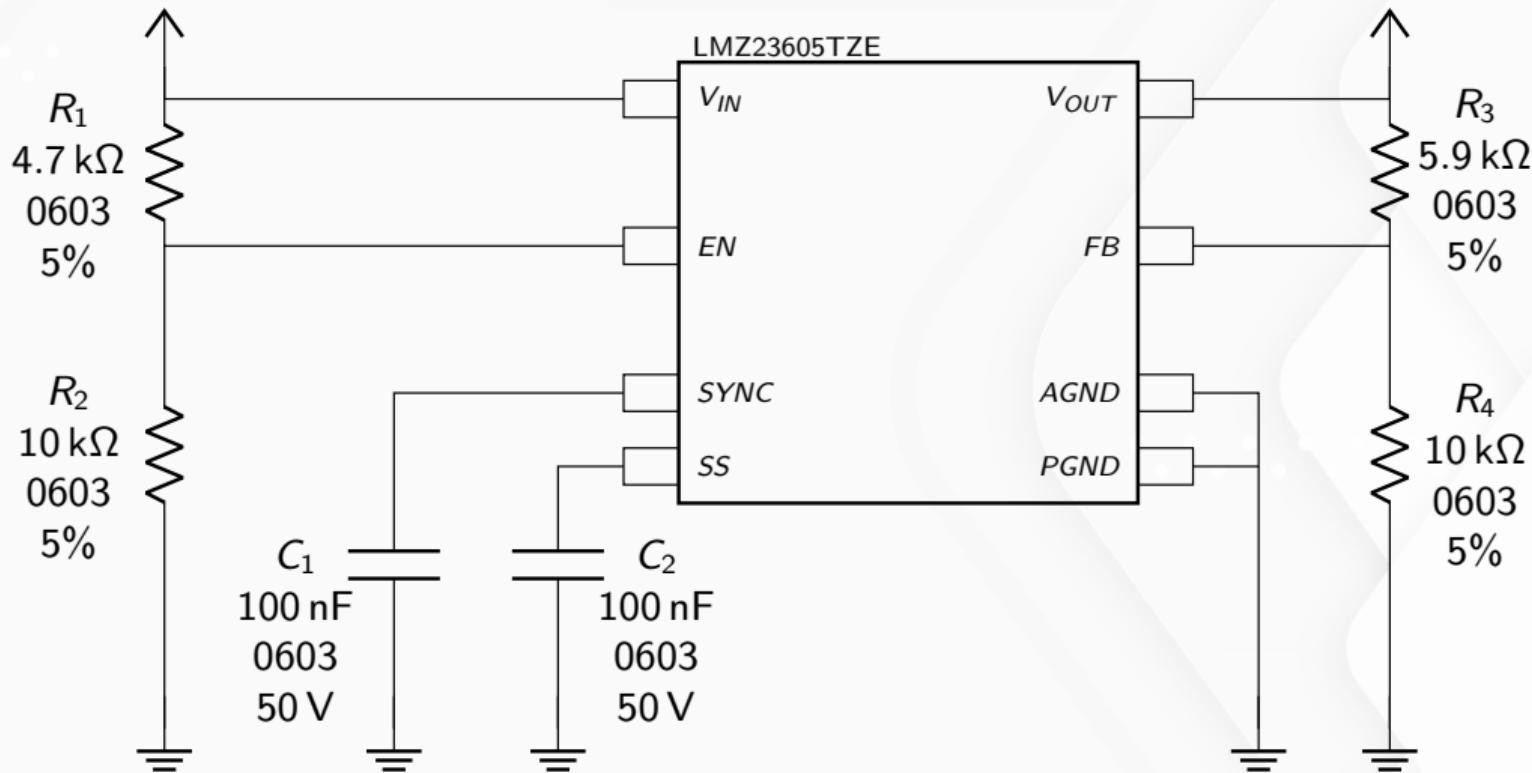
# Laisser l'espace pour les composantes passives



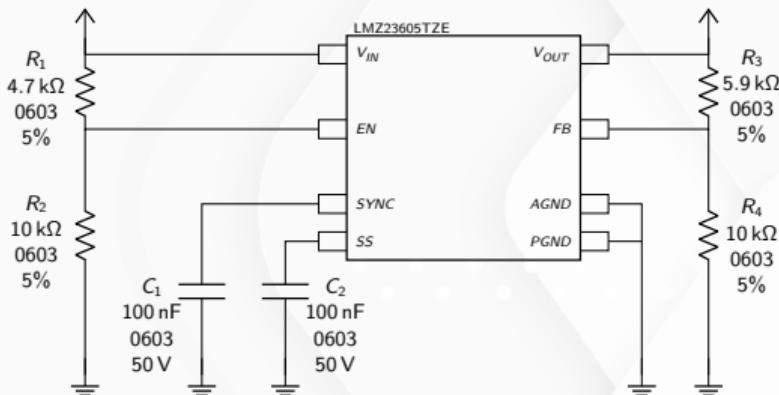
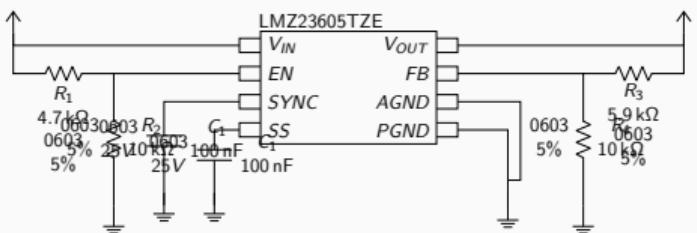




# Laisser l'espace pour les composantes passives



# Laisser l'espace pour les composantes passives



# Informations du BOM

- Toujours mettre la datasheet dans la pièce
- Manufacturier et part number complet (ce qui va être commandé au final)
- Plages d'opérations (température, tension, courant)
- Fournisseurs (avec liens pour les achats)
- Qui a fait le symbole, qui l'a révisé et quand (suivi)

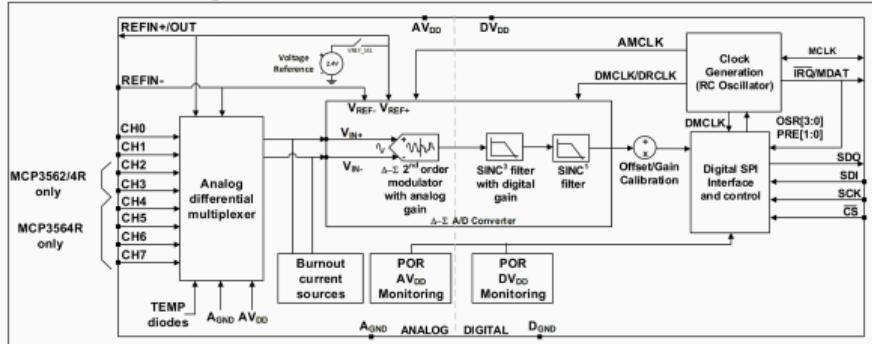
General		Pin Functions	
Fields	Name	Value	
Reference	U5		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Center Center <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Value	MCP3562RT-E/NC		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Center Center <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Footprint	mcp3562:TSSOP20_ST_MCH-L		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Center Center <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Datasheet	<a href="https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/APID/ProductDocuments/">https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/APID/ProductDocuments/</a>		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Center Center <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
Description	24 Bit Analog to Digital Converter 2, 4 Input 2 Sigma-Delta 20-UQFN (3x3)		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Center Center <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Sampling Rate	153.6 kHz		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Center Center <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Analog Supply Voltage	2.7 V - 3.6 V		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Center Center <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Digital Supply Voltage	1.8 V - 3.7 V		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Center Center <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Operating Temperature	-40 C - 125 C		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Center Center <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

# Bonnes pratiques des composantes & BOM

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
  - Footprints
  - Symboles
  - **Datasheets**
  - Recherche de pièces
  - BOM
- Bonnes pratiques de schéma

- Toujours lire la datasheet au complet!

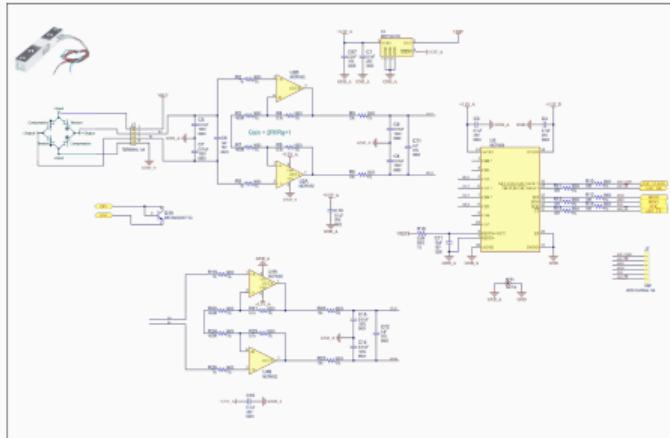
Functional Block Diagram



- Absolute Maximum Ratings**
- Toutes les *Electrical Characteristics*
- Spécifications et équations**
- Description des pins**
- Graphiques (surtout les courbes de power)
- Overview des fonctionnalités
- Modes d'opérations**
- Modes de configurations**
- Alimentation
- Schémas et Layout recommandés**
- Registres

# Lecture de datasheets

- Toujours lire la datasheet au complet!
- Lire les schémas d'*evaluation boards*



- Modes d'utilisation
- Schémas
- Layout
- Logiciel / Code / Firmware
- BOM et choix de pièces
- Calculs

# Lecture de datasheets

- Toujours lire la datasheet au complet!
- Lire les schémas d'*evaluation boards*
- Lire les application notes
- Modes d'utilisation
- Séquences d'alimentation
- Programmation
- Layouts spécifiques
- Calculs

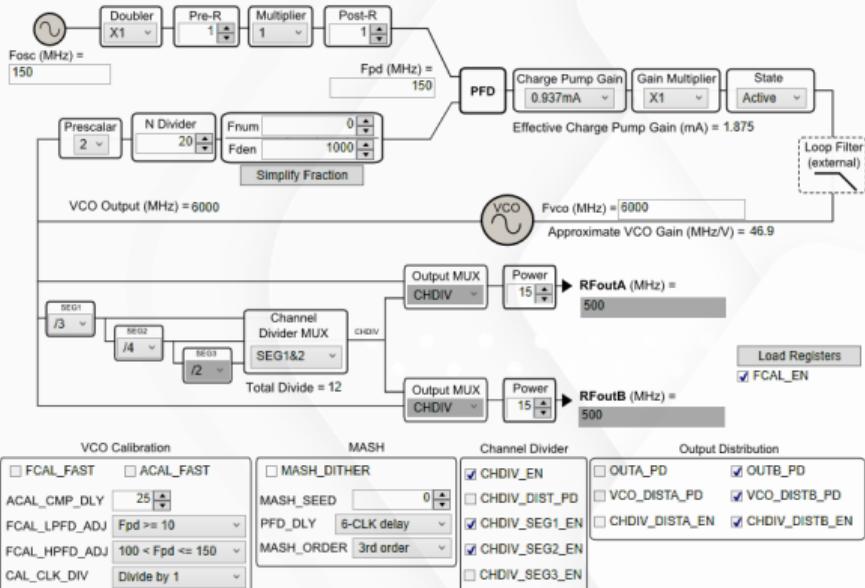
# Lecture de datasheets

- Toujours lire la datasheet au complet!
- Lire les schémas d'*evaluation boards*
- Lire les application notes
  - ECP5 and ECP5-5G Family Data Sheet
  - ECP5 and ECP5-5G Hardware Checklist
  - ECP5 and ECP5-5G High-Speed I/O Interface
  - ECP5 and ECP5-5G Memory User Guide
  - ECP5 and ECP5-5G SerDes/PCS Usage Guide
  - ECP5 and ECP5-5G sysCLOCK PLL/DLL
  - ECP5 and ECP5-5G sysIO Usage Guide
  - ECP5 Automotive Family Data Sheet
  - ECP5 Errata - SED Function with Distributed RAM
  - Electrical Recommendations for Lattice SERDES
  - PCB Layout Recommendations for BGA Packages
  - Power Consumption and Management for ECP5 Devices
  - Thermal Management for Lattice Devices

# Configurateurs



- Manufacturier donne parfois des configuateurs
- Valider les calculs avec la datasheet
- Ne pas utiliser uniquement le configuateur!
- Donne aussi un BOM sur lequel se fier



# Configurateurs (TI WeBench)



## Customize TPS566238RQFR - 11.5V-14V to 3.30V @ 5A

Input: DC 11.5 V - 14 V   Output: 3.3 V at 5 A   Temp: 50 °C   +3 Requirements   [Change](#)

[SELECT](#)[CUSTOMIZE](#)[SIMULATE](#)[EXPORT](#)

⋮

### Summary

Efficiency: 93.5%  
BOM Cost: \$1.71  
Footprint: 136 mm<sup>2</sup>

[CHANGE OPTIMIZATION](#)

### Configuration Options

Soft Start Time  
1.68 ms  
(1.68 - 50.4)

Minimum Inductor Current Rating

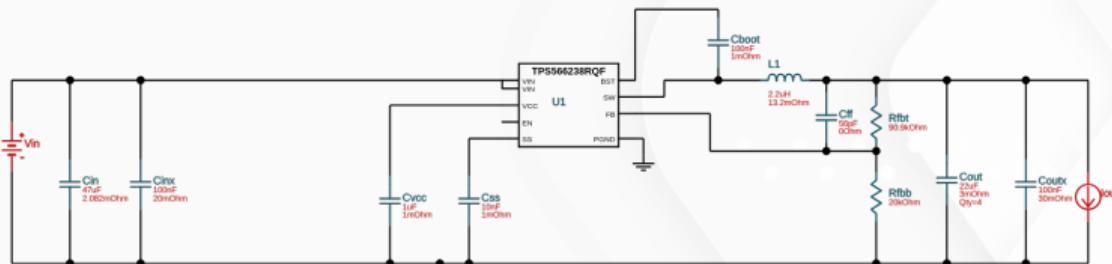
Peak Current

 Add Cff Capacitor(Optional) UVLO voltage

Enable Under Voltage Lock Out  
3.3 V  
(3.3 - 11.4)

[REDESIGN](#)[SCHEMATIC](#)[BILL OF MATERIALS](#)

Click a component to find out more information or select an alternate part.



### OPERATING VALUES

### CHARTS

Vin (V)  V  
(11.5 - 14)

Iout (A)  A  
(0 - 5)

[RECALCULATE](#)

### Design Suggestions

Pascal-Emmanuel Lachance

PPPPP04

2025-05-27

31 / 69

- Valider toutes les courbes au point d'opération
- Valider les plages d'opérations
  - Sur toutes les IO
  - Sur les alimentations
- Valider les plages de tension
  - Besoin d'un heatsink?
  - Besoin de dissipation thermique?
  - A quel point est-ce que ça va chauffer?

## TEMPERATURE SPECIFICATIONS

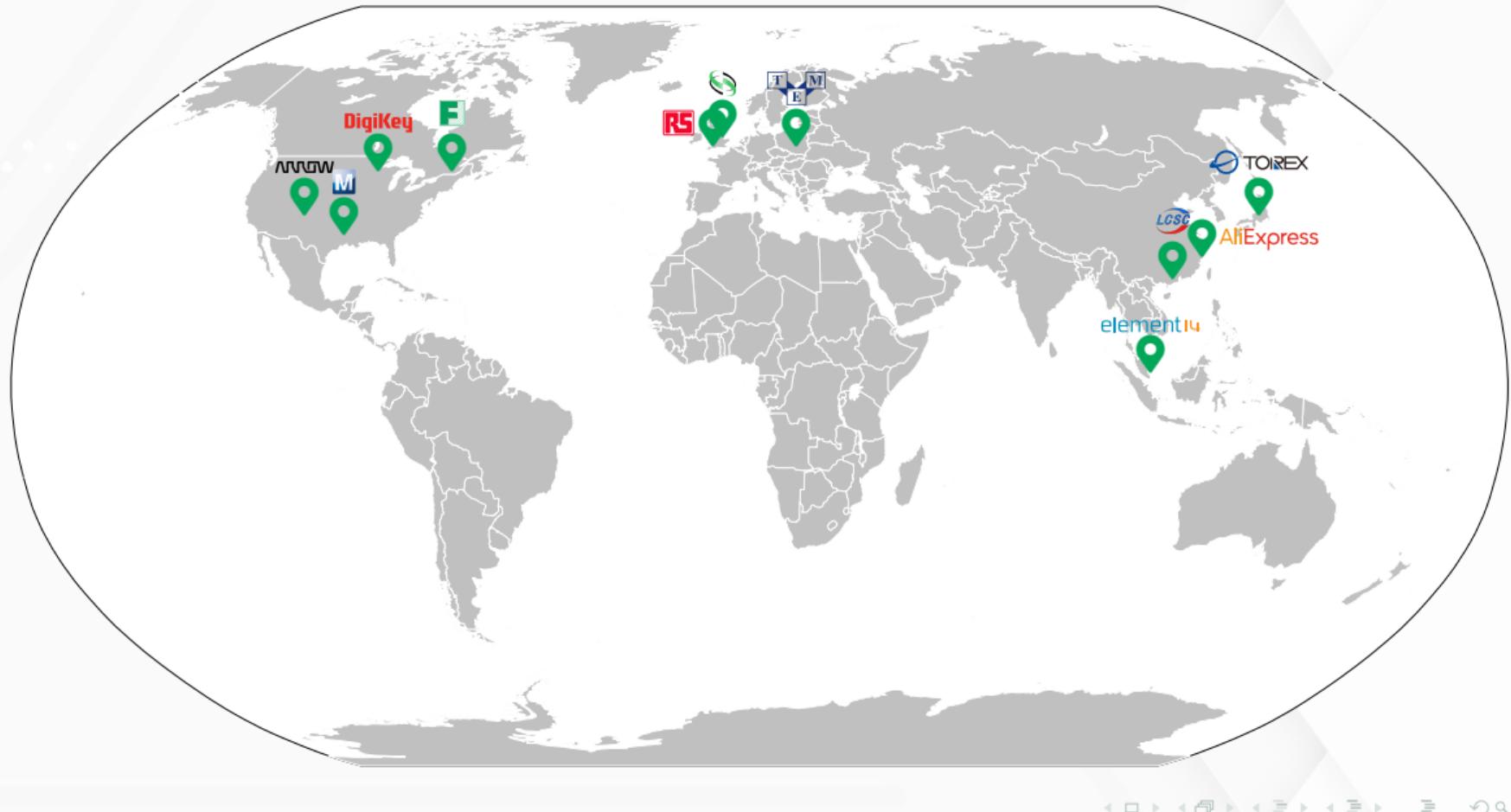
**Electrical Specifications:** Unless otherwise specified, all parameters apply for  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $+125^\circ\text{C}$ ,  $\text{AV}_{DD} = 2.7\text{V}$  to  $3.6\text{V}$ ,  $\text{DV}_{DD} = 1.8\text{V}$  to  $\text{AV}_{DD} + 0.1\text{V}$ ,  $D_{GND} = A_{GND} = 0\text{V}$ .

Parameters	Sym.	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
<b>Temperature Ranges</b>						
Specified Temperature Range	$T_A$	-40	—	+125	°C	
Operating Temperature Range	$T_A$	-40	—	+125	°C	
Storage Temperature Range	$T_A$	-65	—	+150	°C	
<b>Thermal Package Resistance</b>						
Thermal Resistance, 20-Lead TSSOP	$\theta_{JA}$	—	44	—	°C/W	
Thermal Resistance, 20-Lead UQFN	$\theta_{JA}$	—	50	—	°C/W	

**Note 1:** The internal Junction Temperature ( $T_J$ ) must not exceed the absolute maximum specification of  $+150^\circ\text{C}$ .

# Bonnes pratiques des composantes & BOM

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
  - Footprints
  - Symboles
  - Datasheets
  - Recherche de pièces
  - BOM
- Bonnes pratiques de schéma



- Beaucoup d'outils de recherche

---

- Mise en situation

- Besoin d'un régulateur 12 V -> 5 V
- Consommation de 2 A
- Besoin de *Undervoltage Lockout, Soft Start* et d'une sortie *Power Good*
- Pas trop cher

# DigiKey

<https://www.digikey.ca/>

# Recherche de régulateur sur Digikey



DigiKey

switching regulator 1

[Upload a List](#) Search CA

Login or REGISTER | 0 item(s)

FREE SHIPPING on Orders over \$100 CAD!\*

Products ▾ Manufacturers ▾ Resources ▾ Request a Quote

Showing 48,782 Results for "switching regulator"

Dark Mode ON

**Filters**

Search Within Search

In Stock  RoHS Compliant

+ More Filters

**Categories**

Development Boards, Kits, Programmers  
Integrated Circuits (ICs)  
Power Supplies - Board Mount  
Sensors, Transducers  
Soldering, Desoldering, Rework Products  
Test and Measurement  
Tools

**Top Results**

**Voltage Regulators - DC DC Switching Regulators**  
Power Management (PMIC)  
35,417 Items

**Voltage Regulators - Linear + Switching**  
Power Management (PMIC)  
1,434 Items

**Special Purpose Regulators**  
Power Management (PMIC)  
285 Items

**Current Regulation/Management**  
Power Management (PMIC)  
86 Items

**AC DC Converters, Offline Switchers**  
Power Management (PMIC)  
30 Items

**Power Distribution Switches, Load Drivers**  
Power Management (PMIC)  
22 Items

**DC DC Switching Controllers**  
Power Management (PMIC)  
10,125 Items

**LED Drivers**  
Power Management (PMIC)  
1,151 Items

**Power Management - Specialized**  
Power Management (PMIC)  
125 Items

**DC DC Converters**  
Power Supplies - Board Mount  
44 Items

**Power Supplies (Test, Bench)**  
Test Equipment  
29 Items

**DC/DC & AC/DC (Off-Line) SMPS Evaluation Boards**  
Evaluation Boards  
19 Items

1 → 2

# Recherche de régulateur sur Digikey



Screenshot of the Digikey website showing the search process for a regulator.

The search path is indicated by numbered arrows:

1. The Digikey logo is highlighted with a green arrow.
2. The "Connectors" category in the sidebar is highlighted with a green circle and a green arrow.
3. The "Connectors" category in the main navigation menu is highlighted with a green circle and a green arrow.
4. The "Integrated Circuits (ICs)" sub-category under Connectors is highlighted with a green circle and a green arrow.

The search bar at the top contains the placeholder text "Enter keyword or part #".

The main content area shows a section for Texas Instruments Linear - Amplifiers - Instrumentation, OP Amps, Buffer Amps, featuring images of IC packages.

The sidebar on the left lists various product categories and tools, with "Connectors" being the selected category.

The footer features links to Digital Solutions, Design & Integration Services, Product Services, TechForum, Maker.io, Product Training Library, and Video Library.

# Recherche de régulateur sur Digikey



Product Index > Integrated Circuits (ICs) > Power Management (PMIC) > Voltage Regulators - DC DC Switching Regulators

Dark Mode  Share

## Voltage Regulators - DC DC Switching Regulators

Search Within  Results: 35,417 Filters Stacked Scrolling

Manufacturer	Series	Packaging	Product Status	Function	Output Configuration	Topology
<input type="text"/> Search Filter	<input type="text"/> Search Filter	Bag	Active	Ratiometric Ratiometric, Step-Up Ratiometric, Step-Up/Step-Down Step-Down Step-Down, Step-Up/Step-Down Step-Down/Inverted Step-Up Step-Up, Step-Down Step-Up, Step-Down, Step-Up/Step-Do... Step-Up, Step-Up/Step-Down	Negative Positive Positive and Negative Positive and Negative (Dual Rail) Positive or Negative Positive or Negative, Isolation Capable Positive, Isolation Capable	Boost Boost, Buck Boost, Buck-Boost Boost, Buck-Boost, Flyback, SEPIC Boost, Buck, Buck-Boost Boost, Buck, Cuk, Flyback, Forward Converter Boost, Buck, Cuk, Flyback, Forward Converter Boost, Charge Pump
3PEAK ABILIC Inc. Allegro MicroSystems Alpha & Omega Semiconductor Inc. Altera ams-OSRAM USA INC. Analog Devices Inc. Analog Devices Inc./Maxim Integrated Analog Technologies	*	Box Bulk Case Cut Tape (CT) Digi-Reel® ACT510x Strip Tape & Box (TB) Tape & Reel (TR) Tray Tube	Discontinued at Digi-Key Last Time Buy Not For New Designs Obsolete			
			<input type="button"/> Clear (1)			

**Stocking Options**  In Stock  Newly Stocking  New Product

**Environmental Options**  RoHS Compliant  Non-RoHS Compliant

**Media**  Datasheet  Photo  EDA/CAD Models

**Exclude**  Marketplace Products

Apply All 9,551 of 35,417 Results



# Recherche de régulateur sur Digikey



Product Index > Integrated Circuits (ICs) > Power Management (PMIC) > Voltage Regulators - DC DC Switching Regulators

Dark Mode  Share

## Voltage Regulators - DC DC Switching Regulators

Search Within  Results: 35,417 Filters Stacked Scrolling

Manufacturer	Series	Packaging	Product Status	Function	Output Configuration	Topology
<input type="text"/> Search Filter	<input type="text"/> Search Filter	Bag	Active	Ratiometric Ratiometric, Step-Up Ratiometric, Step-Up/Step-Down Step-Down Step-Down, Step-Up/Step-Down Step-Down/Inverted Step-Up Step-Up, Step-Down Step-Up, Step-Down, Step-Up/Step-Do... Step-Up, Step-Up/Step-Down	Negative Positive Positive and Negative Positive and Negative (Dual Rail) Positive or Negative Positive or Negative, Isolation Capable Positive, Isolation Capable	Boost Boost, Buck Boost, Buck-Boost Boost, Buck-Boost, Flyback, SEPIC Boost, Buck, Buck-Boost Boost, Buck, Cuk, Flyback, Forward Converter Boost, Buck, Cuk, Flyback, Forward Converter Boost, Charge Pump
3PEAK ABILIC Inc. Allegro MicroSystems Alpha & Omega Semiconductor Inc. Altera ams-OSRAM USA INC. Analog Devices Inc. Analog Devices Inc./Maxim Integrated Analog Technologies	ACOT® ACOT™ ACT510x ADP1073 ADP1106 ADP1110 ADP1148	Box Bulk Case Cut Tape (CT) Digi-Reel® Strip Tape & Box (TB) Tape & Reel (TR) Tray Tube	Discontinued at Digi-Key Last Time Buy Not For New Designs Obsolete			
<input type="button"/> Clear (1)						

Stocking Options  In Stock  Newly Stocking  New Product

Environmental Options  RoHS Compliant  Non-RoHS Compliant

Media  Datasheet  Photo  EDA/CAD Models

Exclude  Marketplace Products

Apply All 9,551 of 35,417 Results



# Recherche de régulateur sur Digikey



Product Index > Integrated Circuits (ICs) > Power Management (PMIC) > Voltage Regulators - DC DC Switching Regulators

Dark Mode  Share

## Voltage Regulators - DC DC Switching Regulators

Search Within Results: 9,551

Filters Stacked Scrolling

Output Type	Number of Outputs	Voltage - Input (Min)	Voltage - Input (Max)	Voltage - Output (Min/Fixed)	Voltage - Output (Max)	Current - Output	Frequency - Switching
Adjustable	1	Search Filter	Search Filter	Search Filter	Search Filter	Search Filter	Search Filter
Adjustable (Fixed)	1 or 2	11.1V	11.6V	±5V	4.68V	1.8A (Switch)	4kHz ~ 2MHz
Adjustable (Programmable)	2	11.9V	10V	5V	4.73V	1.9A (Switch)	100Hz ~ 100kHz
Fixed	2 - Dual	12V	10.81V	5V, 12V	4.8V	2A	220Hz ~ 140kHz
PFM	3	12.4V	11V	5V, 5V	4.9V	2A (Switch)	1kHz ~ 5kHz
Programmable	4	13.8V	11.5V	5.1V	4.95V	2A (Switch), 1 2A (Switch)	2kHz
Programmable (Fixed)	8	14V	12V	5.1V (5.1V)	5V	2A, 1.7A	3kHz
PS2/USB	-	15V	12.96V	5.1V (5.1V)	5V, 5.5V	2A, 1A	4kHz ~ 10kHz
PWM	-	16V	13V	5.2V	5.04V	2A, 2A	5kHz, 40kHz
PWM Signal	-	Clear (102)	13.2V	Clear (337)	5.1V	Clear (122)	5.5kHz ~ 30kHz
IC		Clear (78)	Clear (280)	Clear (280)	Clear (280)		

Stocking Options Environmental Options Media Exclude

In Stock  RoHS Compliant  Datasheet  Marketplace Products

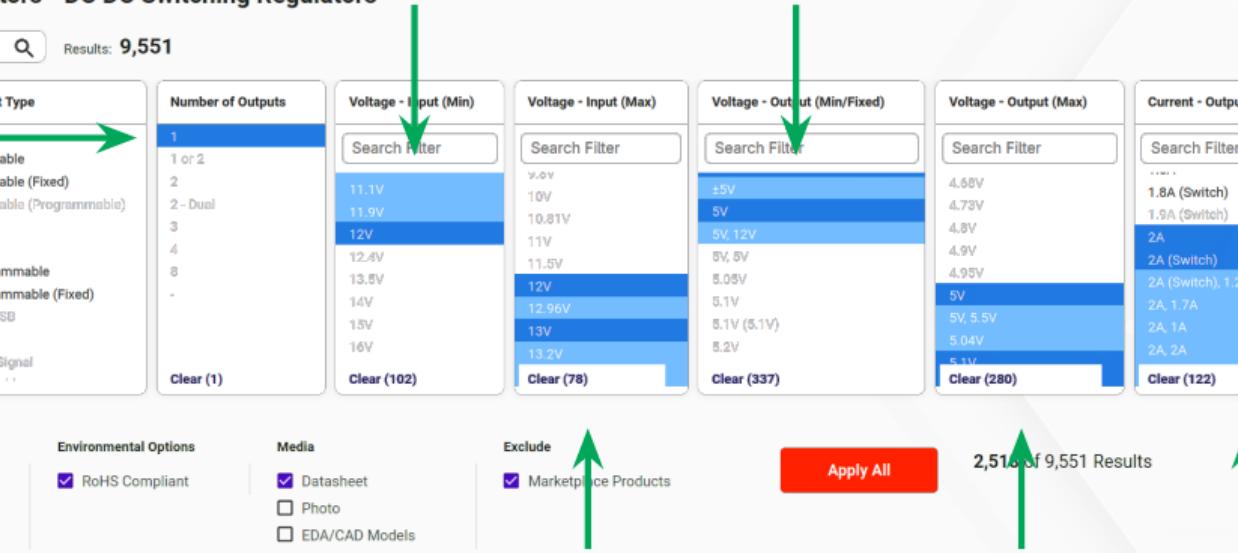
Normally Stocking  Photo  EDA/CAD Models

New Product

Photo  EDA/CAD Models

Marketplace Products

2,516 of 9,551 Results



# Recherche de régulateur sur Digikey



Product Index > Integrated Circuits (ICs) > Power Management (PMIC) > Voltage Regulators - DC DC Switching Regulators

Dark Mode  Share

## Voltage Regulators - DC DC Switching Regulators

Search Within  Results: 1,396 Filters Stacked Scrolling

Manufacturer	Series	Packaging	Function	Topology	Output Type	Voltage - Input (Min)	Voltage - Input (Max)
EVVO	Search Filter	Bulk	Step-Down	Boost, Charge Pump, Flyback, SEPIC	Adjustable	4.5V	105V
Infineon Technologies	ACOT®	Cut Tape (CT)	Step-Up, Step-Down	Boost, Flyback, Forward Converter	Adjustable (Fixed)	5V	60V
MaxLinear, Inc.	ACOT™	Digi-Reel®	Step-Up, Step-Up/Step-Down	Boost, Flyback, SEPIC	Programmable	5.5V	61V
Microchip Technology	D-CAP2™	Strip	Step-Up/Step-Down	Boost, SEPIC	Programmable (Fixed)	6V	65V
Monolithic Power Systems Inc.	D-CAP2™, Eco-Mode™	Tape & Reel (TR)		Buck		6.5V	75V
Nissinbo Micro Devices Inc.	D-CAP3™	Tray		Buck-Boost		7V	76V
onsemi	DCS-Control™	Tube		Buck, Boost		7.5V	80V
Reed Semiconductor Corp.	Eco-Mode™			Buck, Buck-Boost		8V	100V
Renesas Electronics Corporation	EZBuck™			Buck, SEPIC		9V	105V
<input type="button" value="Clear (15)"/>							

Stocking Options Environmental Options Media Exclude Apply All 1,160 of 1,396 Results

In Stock  RoHS Compliant  Datasheet  Marketplace Products

Normally Stocking  Photo  EDA/CAD Models

**APPLIED FILTERS** Remove All

Mounting Type  Number of Outputs  Function  Current - Output  Operating Temperature  Output Configuration  Voltage - Input (Max)   
Voltage - Output (Max)  Voltage - Input (Min)  Voltage - Output (Min/Fixed)  Product Status  Stocking Options  Environmental Options  Media

# Recherche de régulateur sur Digikey



APPLIED FILTERS Remove All

Mounting Type Number of Outputs Function Current - Output Operating Temperature Output Configuration Voltage - Input (Max)

Voltage - Output (Max) Voltage - Input (Min) Voltage - Output (Min/Fixed) Product Status Stocking Options Environmental Options Media

Exclude Manufacturer

Showing 1 - 25 of 1,160 Sort By: Featured Download Table

	Mfr Part #	Quantity Available	Price	Series	Package	Product Status	Function	Output Configuration	Topology	Output Type	Number of Outputs	Voltage - Input (Min)	Voltag
			Price by Quantity										
<input type="checkbox"/>	<b>TPS562243DRLR</b> IC REG BUCK ADJ 2A SOT563 <i>Texas Instruments</i>	3,899 In Stock	1 : \$0.22000 Cut Tape (CT) 4,000 : \$0.08776 Tape & Reel (TR)	TPS56224x	Tape & Reel (TR) Cut Tape (CT) Digi-Reel®	Active	Step-Down	Positive	Buck	Adjustable	1	4.2V	
<input type="checkbox"/>	<b>TPS562246DRLR</b> IC REG BUCK ADJ 2A SOT563 <i>Texas Instruments</i>	3,230 In Stock	1 : \$0.22000 Cut Tape (CT) 4,000 : \$0.08776 Tape & Reel (TR)	TPS56224x	Tape & Reel (TR) Cut Tape (CT) Digi-Reel®	Active	Step-Down	Positive	Buck	Adjustable	1	4.2V	
<input type="checkbox"/>	<b>TPS563203DRLR</b> IC REG BUCK ADJ 3A SOT563 <i>Texas Instruments</i>	1,704 In Stock	1 : \$0.22000 Cut Tape (CT) 4,000 : \$0.08776 Tape & Reel (TR)	-	Tape & Reel (TR) Cut Tape (CT) Digi-Reel®	Active	Step-Down	Positive	Buck	Adjustable	1	4.2V	
<input type="checkbox"/>	<b>TPS562202DRLR</b> IC REG BUCK ADJ 2A SOT563 <i>Texas Instruments</i>	10,197 In Stock	1 : \$0.25000 Cut Tape (CT) 4,000 : \$0.10186 Tape & Reel (TR)	-	Tape & Reel (TR) Cut Tape (CT) Digi-Reel®	Active	Step-Down	Positive	Buck	Adjustable	1	4.3V	
<input type="checkbox"/>	<b>TPS562207DRLR</b> IC REG BUCK ADJ 2A SOT563 <i>Texas Instruments</i>	3,984 In Stock	1 : \$0.25000 Cut Tape (CT) 4,000 : \$0.10186 Tape & Reel (TR)	-	Tape & Reel (TR) Cut Tape (CT) Digi-Reel®	Active	Step-Down	Positive	Buck	Adjustable	1	4.3V	17V
<input type="checkbox"/>	<b>TPS563202DRLR</b> IC REG BUCK ADJ 3A SOT563 <i>Texas Instruments</i>	16,196 In Stock	1 : \$0.29000 Cut Tape (CT)	-	Tape & Reel (TR) Cut Tape (CT)	Active	Step-Down	Positive	Buck	Adjustable	1	4.3V	17V





## 5.5 Electrical Characteristics

Over operating  $T_J = -40^\circ\text{C} - 125^\circ\text{C}$ ,  $V_{IN} = 12\text{ V}$  (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
<b>INPUT SUPPLY VOLTAGE</b>						
VIN	Input voltage range		4.2	17	17	V
I <sub>VIN</sub>	VIN supply current	No load, $V_{EN} = 1.5\text{ V}$ , non-switching, ECO version		110		µA
		No load, $V_{EN} = 1.5\text{ V}$ , $V_{FB} = 0.9\text{ V}$ , FCCM version <sup>(1)</sup>		350		µA
I <sub>INSDN</sub>	VIN shutdown current	$V_{EN} = 0\text{ V}$		7		µA
<b>UVLO</b>						
UVLO	VIN undervoltage lockout	Wake up VIN voltage	3.6	3.8	4	V
UVLO	VIN undervoltage lockout	Shut down VIN voltage	3.2	3.4	3.6	V
UVLO	VIN undervoltage lockout	Hysteresis VIN voltage		400		mV
<b>FEEDBACK VOLTAGE</b>						
V <sub>FB</sub>	FB voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$ , $V_{IN} = 4.2 - 17\text{ V}$	591	600	609	mV
V <sub>FB</sub>	FB voltage	$T_J = -40^\circ\text{C} \text{ to } 125^\circ\text{C}$ , $V_{IN} = 4.2 - 17\text{ V}$	588	600	612	mV

# Recherche de régulateur sur Digikey



Product Index > Integrated Circuits (ICs) > Power Management (PMIC) > Voltage Regulators - DC DC Switching Regulators >

Ref ID: Semiconductor BD95841MUV-E2

Image shown is a representative only. Exact specification should be obtained from the product data sheet.

**BD95841MUV-E2**

DigiKey Part Number: BD95841MUV-E2TR-N2 - Tape & Reel (TR)

Manufacturer: Rohm Semiconductor

Manufacturer Product Number: BD95841MUV-E2CT4RD - Cut Tape (CT)

Description: IC REG BUCK ADJ 4A 16V/16V

Manufacturer Standard Lead Time: 17 Weeks

Customer Reference:

Detailed Description: Buck Switching Regulator IC Positive Adjustable 0.8V 1 Output 4A 16-VTOFN Exposed Pad

Datasheet: [Datasheet](#)

IDA/CAD Models: BD95841MUV-E2 Models

**Product Attributes**

TYPE	DESCRIPTION	SELECT ALL <input type="checkbox"/>
Category	Integrated Circuits (IC) Power Management (PMIC) Voltage Regulators - DC DC Switching Regulators	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="radio"/>
MR	Rohm Semiconductor	<input type="checkbox"/>
Series	MPS	<input type="checkbox"/>
Packaging	Tape & Reel (TR) <input checked="" type="checkbox"/> Cut Tape (CT) <input type="checkbox"/> Digi-Reel <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Part Status	Active	<input type="checkbox"/>
Position	Ship Down	<input type="checkbox"/>
Output Configuration	Positive	<input type="checkbox"/>
Topology	Buck	<input type="checkbox"/>
Output Type	Adjustable	<input type="checkbox"/>
Number of Outputs	1	<input type="checkbox"/>
Voltage - Input (Min)	7.5V	<input type="checkbox"/>
Voltage - Input (Max)	16V	<input type="checkbox"/>
Voltage - Output (Min/Fixed)	0.8V	<input type="checkbox"/>
Voltage - Output (Max)	5.5V	<input type="checkbox"/>
Current - Output	4A	<input type="checkbox"/>
Frequency - Switching	500kHz = 800kHz	<input type="checkbox"/>
Synchronous Rectifier	Yes	<input type="checkbox"/>
Operating Temperature	-20°C ~ 100°C (TA)	<input type="checkbox"/>
Mounting Type	Surface Mount	<input type="checkbox"/>

Dark Mode  Share

In-Stock: 29,808

Can ship immediately

QUANTITY

Add to List

Add to Cart

All prices are in USD

Cut Tape (CT) & Digi-Reel®

QUANTITY	UNIT PRICE	EXT PRICE
1	\$1,04900	\$1.04
10	\$0,74700	\$7.47
25	\$0,67440	\$16.88
100	\$0,59470	\$59.47
250	\$0,55908	\$139.77
500	\$0,53272	\$265.68
1,000	\$0,51483	\$514.83

\* All Digi-Key orders will add a \$7.00 mailing fee.

**Tape & Reel (TR)**

QUANTITY	UNIT PRICE	EXT PRICE
1,000	\$0,49149	\$1,474.47
6,000	\$0,48937	\$2,939.42
9,000	\$0,47435	\$4,309.15
15,000	\$0,46901	\$7,800.18
21,000	\$0,46431	\$9,780.51

Manufacturers Standard Package

## 7.5V to 15V, 4A Integrated MOSFET 1ch Synchronous Buck DC/DC Converter

### BD95841MUV

BD95841MUV

#### ● Description

BD95841MUV is a 1ch synchronous buck converter that can generate output voltage (0.8V to 5.5V) at the input voltage range (7.5V to 15V). Space-saving and high efficiency converter which can be easily integrated due to built-in H-MOSFET power transistors. The IC also incorporates H-Rag® technology, a Rohm proprietary constant ON TIME control mode which facilitates ultra-high transient response against changes in load without external compensation components. Fixed soft start function, power good function, and short circuit / over voltage protection with timer latch functions are incorporated. The BD95841MUV is designed for power supplies for Digital AV Equipment.

#### ● Applications

- LCD TVs
- Set Top Boxes (STB)
- DVD/Blu-ray players/recorders
- Broadband Network and Communication Interface
- Amusement, other.

#### ● Typical Application

Figure 1. Typical Application Circuit

Figure 2. Pin Configuration

**● Features**

- Input Voltage Range: 7.5V to 15.0V
- Reference Voltage: 0.8V ± 1.5%
- Output Voltage Range: 0.8V to 5.5V
- Output Current: 4.0A (Max.)
- Switching Frequency: 500kHz to 800kHz (depend on input-output condition)

- Built-In Power MOS FET
- High-side Nch FET ON resistance: 65mΩ (typ.)
- Low-side Nch FET ON resistance: 45mΩ (typ.)

- Fast Transient Responses due to H'Reg control
- Over Current Protection (OCP) - Cycle-by-Cycle
- Thermal Shut Down (TSD)
- Under-Voltage Lock-Out (UVLO)
- Short Circuit Protection (SCP)
- Over Voltage Protection (OVP)
- Fixed Soft Start (1mssec : typ.)
- Power Good function

W(Typ.) x D(Typ.) x H(Max.)  
3.0mm x 3.0mm x 1.0mm

Pascal-Emmanuel Lachance

PPPPP04

2025-05-27

36 / 69

# Bonnes pratiques des composantes & BOM

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
  - Footprints
  - Symboles
  - Datasheets
  - Recherche de pièces
  - BOM
- Bonnes pratiques de schéma

# Erreurs communes dans un BOM

- Erreurs de copier-coller
- Items manquants
- Mauvaise pièce commandée

# Erreurs communes dans un BOM

- Erreurs de copier-coller
- Items manquants
- Mauvaise pièce commandée

Designators	Value	Footprint
C1, C3, C4, C5, C9	10 µF	1206
C2, C7, C8, C11	100 nF	0402
C6	10 µF	1206

Designators	Description
F1	Fuse Holderr
F2	<del>Fuse 2A</del>

Designators	Description	Part number
U1	Régulateur 1.8V	AP2120N-3.3TRG1

# Éviter des erreurs de copier-coller



- Se faire une page avec une liste des composantes passives utilisées
- Retourner à la page et copier la composante désirée

## RESISTORS

DNF

0402 1/16W 10%	0402 1/10W 10%	0603 1/16W 10%	0402 1/10W 10%	0603 1/16W 5%	0603 1/16W 5%	0603 1/16W 10%	0603 1/16W 10%	0603 1/16W 2%	0603 1/16W 2%	0603 1/8W 5%	0402 1/8W 1%	0603 1/8W 2%	0402 1/8W 1%	0402 1/8W 10%	0402 1/8W 0.5%	0402 1/8W 10%	2512 2W 1%	0603 1/8W 10%	

## CAPACITORS

DNF

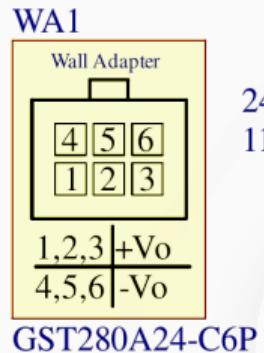
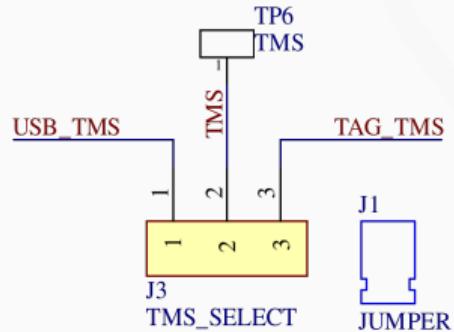
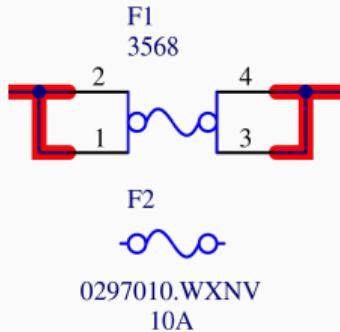
 47uF 35V 2917 T498X476K035ATE500 399-11397-1-ND	 47uF 30V 1206 50V	 4.7uF 30V 0805 50V	 470nF 30V 0402 50V	 220nF 30V 1812 200V	 100nF 30V 0402 25V	 47nF 30V 0201 25V	 470pF 30V 0402 25V	 220pF 30V 0402 25V	 2.2pF 30V 0402 25V
-----------------------------------------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

- Créer une librairie spécifique au projet
- Créer des symboles spécifiques pour toutes les composantes passives
- Pas besoin de page bizarre ou de fignolage avec les options
- Dans les deux cas:
  - Choisir des modèles de passives dès le début du projet

# Quoi mettre dans un BOM

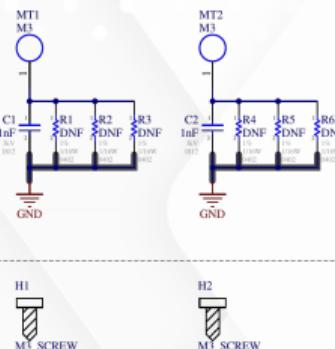


- Tout ce qui fait partie d'un assemblage
- Pas juste ce qui va directement sur le PCB
  - Vis, standoffs, washers
  - Câbles, alimentations, boîtiers
  - Fusibles, connecteurs, écrans, jumpers
  - Stencils, pâte, heatsinks



Input : 18V to 25.2V  
(from a 6S battery)

Input: 24V  
(from wall adapter)



- Plusieurs personnes impliquées
  - Achats
  - Assemblage du PCB
  - Assemblage du produit
  - Debugging
- Valider qu'il y a tout ce qu'il faut acheter
- Valider qu'il ne manque rien
- Valider que toutes les composantes font du sens
- Valider qu'il n'y a pas d'incompatibilité
- Valider que les part # matchent

## Un assemblage va coûter environ autant que les pièces

- Pièces plus petites ont besoin de procédés avancés
  - BGA
  - Small-pitch
  - 0201
- Pièces complexes = assemblages complexes
  - Heatsinks et pâte thermique
  - Shielding EMI
  - Connecteurs funky
  - Pogo pins
- Beaucoup de pièces = + passages dans la PnP
- Courbes de températures spécifiques

**Ton coût de vente devrait être 2.5x ton coût de production**

Source: [3]

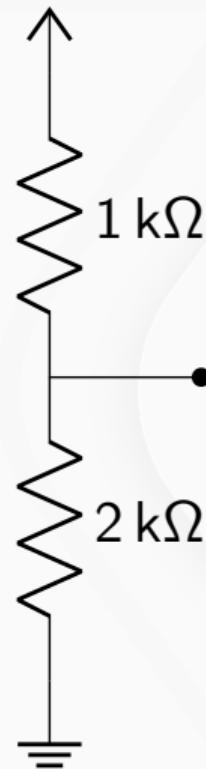
- Frais de shipping, packaging, retour
- Yield et testing
- Distributeurs veulent une part du profit
- Il faut tirer un profit assez gros pour être sustenable
- Il faut tirer un profit assez gros pour que ça vaille la peine

- On veut donc *diminuer la taille du BOM*
- Nombre de pièces limitées dans la PnP ( $\sim 48$  dans la PnP du 3iT)
- Chaque pièce est commandée en quantité minimum
- Gaspillage + Augmenter complexité assemblage
- Il faut donc **consolider** le BOM

**Minimum Order Quantity: 70**

Value	Qty	Cost	Total	Real Total
1 kΩ	20	2¢	40¢	1.4\$
2 kΩ	1	2¢	2¢	1.4\$
<b>Total</b>				2.8\$

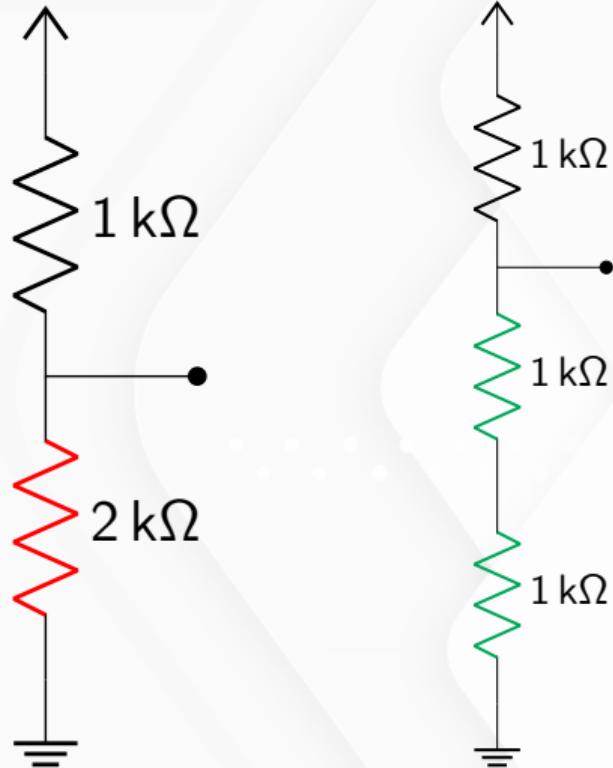
- Les minimum order quantity peuvent affecter le prix
- Une seule résistance peut en valoir 70
- Combiner des résistances en série ou parallèle!



**Minimum Order Quantity: 70**

<b>Value</b>	<b>Qty</b>	<b>Cost</b>	<b>Total</b>	<b>Real Total</b>
1 kΩ	20	2¢	40¢	1.4\$
2 kΩ	1	2¢	2¢	1.4\$
<b>Total</b>				2.8\$

<b>Value</b>	<b>Qty</b>	<b>Cost</b>	<b>Total</b>	<b>Real Total</b>
1 kΩ	22	2¢	44¢	1.4\$
<b>Total</b>				1.4\$



**Minimum Order Quantity: 70**

Designators	Value	Footprint	Qty	Cost	Total	Real Total
C14, C15, C16, C17	1 µF	0603	4	10¢	40¢	7\$
C25, C26, C27, C28	1 µF	1206	4	1¢	4¢	70¢
<b>Total</b>						<b>7.7\$</b>

- C25, C26, C27 & C28 sont des condensateurs gros et cheap
- C14, C15, C16 & C17 sont des condensateurs plus chers
- On a besoin des caractéristiques de ces condensateurs plus chers dans une section
- Dans des faibles quantités d'assemblage, il peut être mieux d'acheter juste des condensateurs chers

**Minimum Order Quantity: 70**

<b>Designators</b>	<b>Value</b>	<b>Footprint</b>	<b>Qty</b>	<b>Cost</b>	<b>Total</b>	<b>Real Total</b>
C14, C15, C16, C17	1 µF	0603	4	10¢	40¢	7\$
C25, C26, C27, C28	1 µF	1206	4	1¢	4¢	70¢
<b>Total</b>						7.7\$

<b>Designators</b>	<b>Value</b>	<b>Footprint</b>	<b>Qty</b>	<b>Cost</b>	<b>Total</b>	<b>Real Total</b>
C14, C15, C16, C17, C25	1 µF	0603	5	10¢	50¢	7\$
<b>Total</b>						7\$

# Quand utiliser des pièces qui coûtent cher?



Part Number	Type	Voltage	Tolérance	Ratings	Coût/100
CGA2B3X7R1H473K050EB	X7R	50 V	10%	AEC-Q200	2.94\$
GRM155R71E473KA88D	X7R	16 V	20%	-	1.86\$

On PCB: 10

Minimum Order Quantity: 100

2 Million / année

2 prototypes pour l'uni

# Quand utiliser des pièces qui coûtent cher?



Part Number	Type	Voltage	Tolérance	Ratings	Coût/100
CGA2B3X7R1H473K050EB	X7R	50 V	10%	AEC-Q200	2.94\$
GRM155R71E473KA88D	X7R	16 V	20%	-	1.86\$

On PCB: 10

Minimum Order Quantity: 100

2 Million / année

Option 1:

$$\frac{2.94\$}{100} \cdot 10 \cdot 2\,000\,000 = 588\,000\$$$

2 prototypes pour l'uni

Commande = quantité minimale

Option 1: 2.94\$

Option 2: 1.86\$

Option 2:

$$\frac{1.86\$}{100} \cdot 10 \cdot 2\,000\,000 = 372\,000\$$$

$$2.94\$ - 1.86\$ = 1.08\$$$

$$588\,000\$ - 372\,000\$ = 216\,000\$$$

# Bonnes pratiques de schéma

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
- Bonnes pratiques de schéma
  - Clareté
  - Notes
  - Testpoints et Debugging
  - Outils
  - Autre
  - Design Review

- **Tout devrait être dans le schéma électrique**
- C'est un outil et un document de référence pour *tout le monde*
  - Layout
  - Programmation
  - Assemblage
  - Surtout, un outil de debugging
- Un bon schéma contient toute l'information nécessaire pour faire ces tâches
- En mettre plus que pas assez
- Tu ne devrais pas avoir à ouvrir une datasheet pour comprendre un schéma

# Bonnes pratiques de schéma

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
- Bonnes pratiques de schéma
  - Clareté
  - Notes
  - Testpoints et Debugging
  - Outils
  - Autre
  - Design Review

- **Mettre les inputs à gauche et les outputs à droite**
  - Le schéma devrait "flow" naturellement
  - Devraient bien se faire si les symboles sont bien faits
- **Faire des groupes ou "modules" avec des fonctionnalités distinctes**
  - Bien indiquer les sections
  - Les sections devraient aussi flow de gauche à droite
  - Prendre de l'espace lorsque nécessaire
- **Prendre de l'espace lorsque nécessaire**
  - Laisser le schéma respirer
  - Laisser la place pour du texte
  - Mettre le découplage à part

- **Toujours travailler sur une grille**

- Toujours garder la même taille de grille
- Je recommande 100 mils

- **Éviter des longues traces qui passent au travers du schéma**

- Utiliser des net names
- Mettre les parties du schéma en sections
- Regrouper des groupes de plusieurs nets en bus

- **Rentre le schéma le plus lisible possible**

- Laisser le schéma respirer
- Éviter tous les croisements
- Aligner tout ce qui est alignable
- Pas de GND dans les airs; pas de VCC sur le côté

- Utiliser des noms de nets clairs sur les connexions importantes

- Aide le layout
- Indique la fonctionnalité des connexions
- Permet de séparer une page en sous-blocs

- Utiliser les types de nets

- Local Net Labels → Entre les sous-blocs
- Global Net Labels → Apparaît sur le diagramme hiérarchique, connecte les pages
- Power Labels → Pour toutes les connexions au PDN

- Utiliser des net classes

- Indications pour les design rules

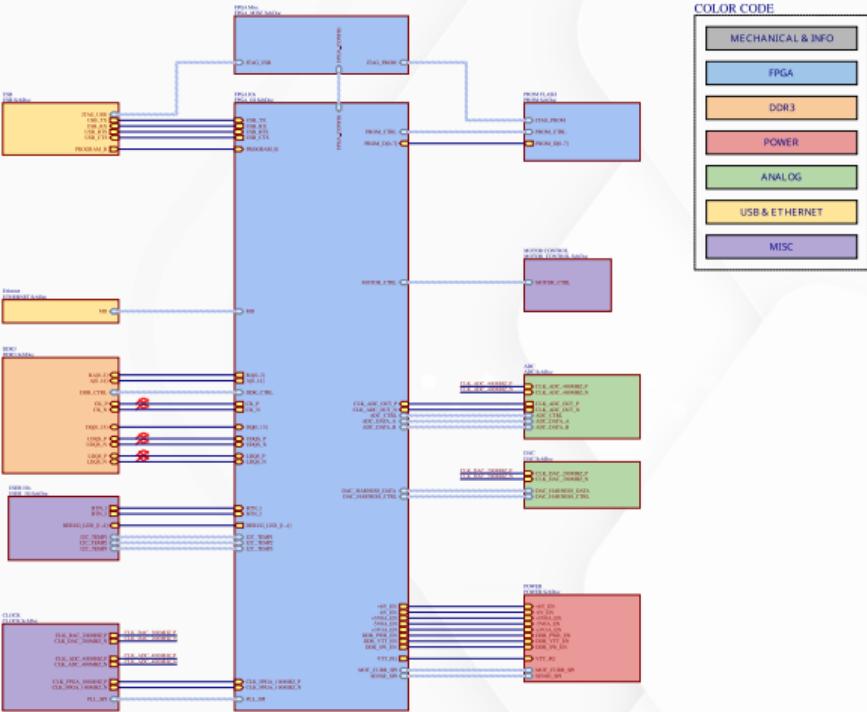
- Mettre des couleurs sur les nets

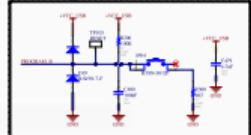
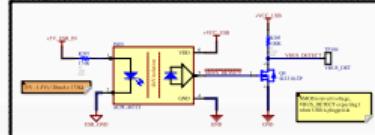
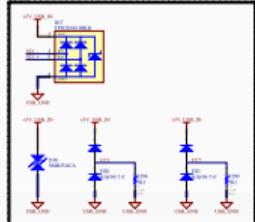
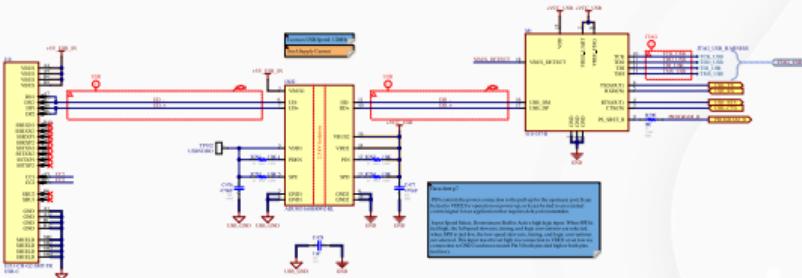
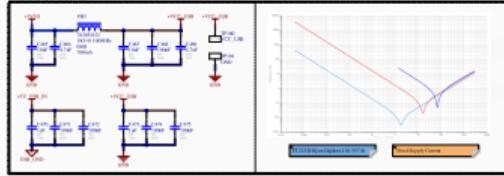
- Code de couleurs sur le PDN

# Modèle Hiérarchique

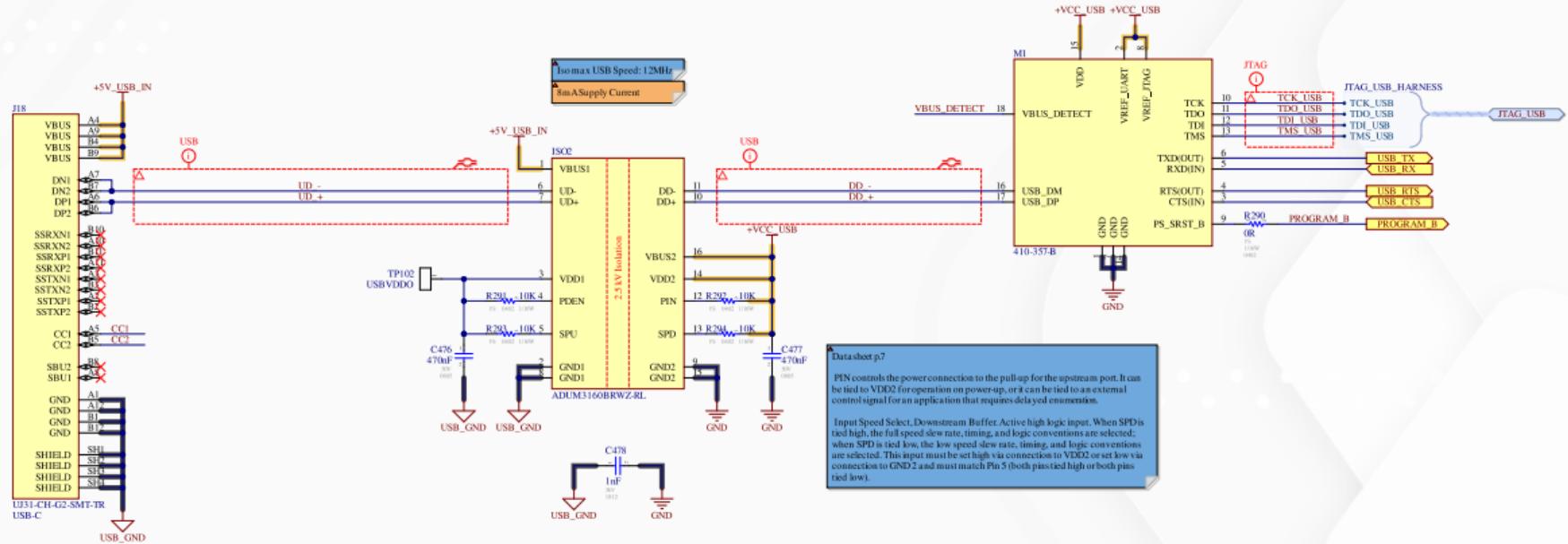


- Possible de tout mettre sur une page
  - Mieux de séparer les fonctionnalités par pages
  - Sous-fonctionnalités dans des sous-blocs
  - Page hiérarchique contient les plus grosses interconnexion
  - Permet de répéter plusieurs fois un module similaire
  - Code de couleur
  - Nom représentatifs
  - Inputs à gauche, outputs à droite

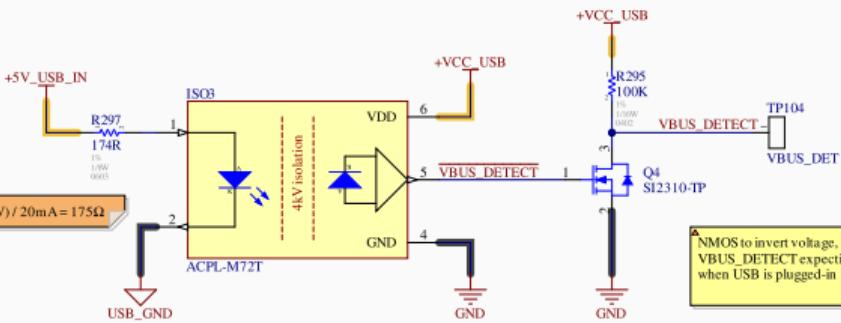




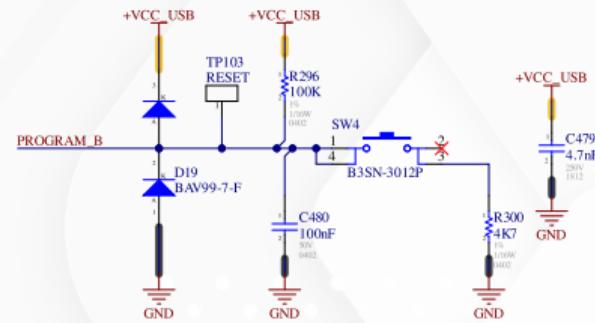
User Name	USB		
Project Folder	PLEASADES		
File Name Prefix	User_557_APP1		
User	11x17	Group	Group 1
Comments	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
		Date	14 / 22
Comments	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		



## VBUS\_DETECT



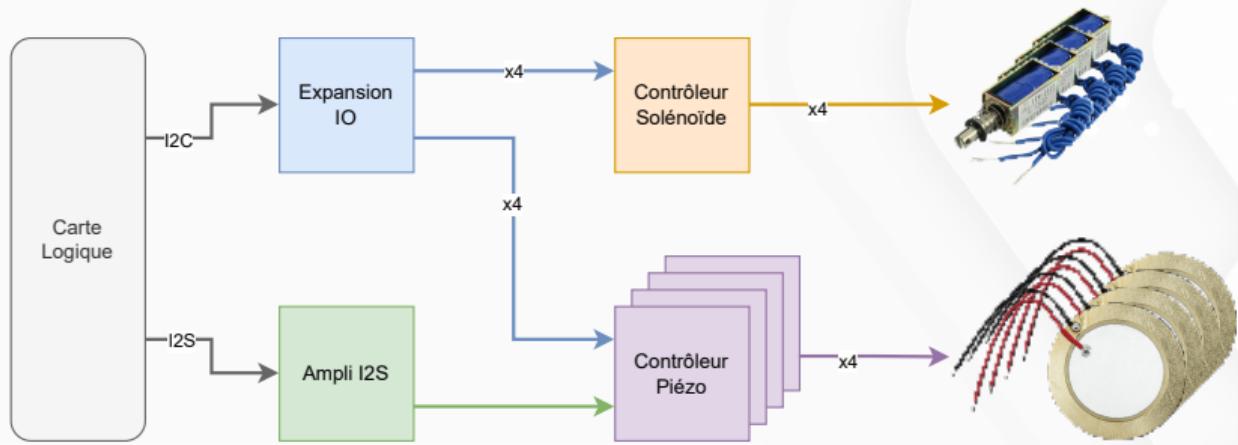
## PROGRAM\_B



# Bonnes pratiques de schéma

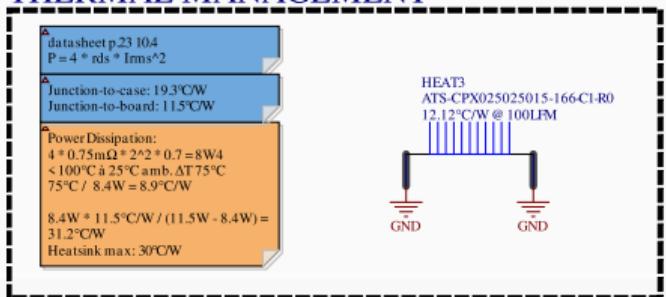
- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
- Bonnes pratiques de schéma
  - Clareté
  - Notes
  - Testpoints et Debugging
  - Outils
  - Autre
  - Design Review

- Le schéma électrique devrait contenir des schémas-blocs
- Schémas comme au chapitre 1
- Draw.io intégré dans le schéma électrique
- Utiliser les blocs hiérarchique comme schéma-bloc!



- Notes pour l'assemblage et le placement
- Notes pour tous les calculs
- Extraits pertinents de datasheet (avec p#)
- Configurations choisies
- Adresses de chips, modes de contrôle
- Courbes et graphiques
- Informations sur les pins (configuration etc.)

## THERMAL MANAGEMENT



## COLOR CODE

### General Notes

Assembly, Part Locations, Fabrication, Debug Information etc.

### Datasheet info

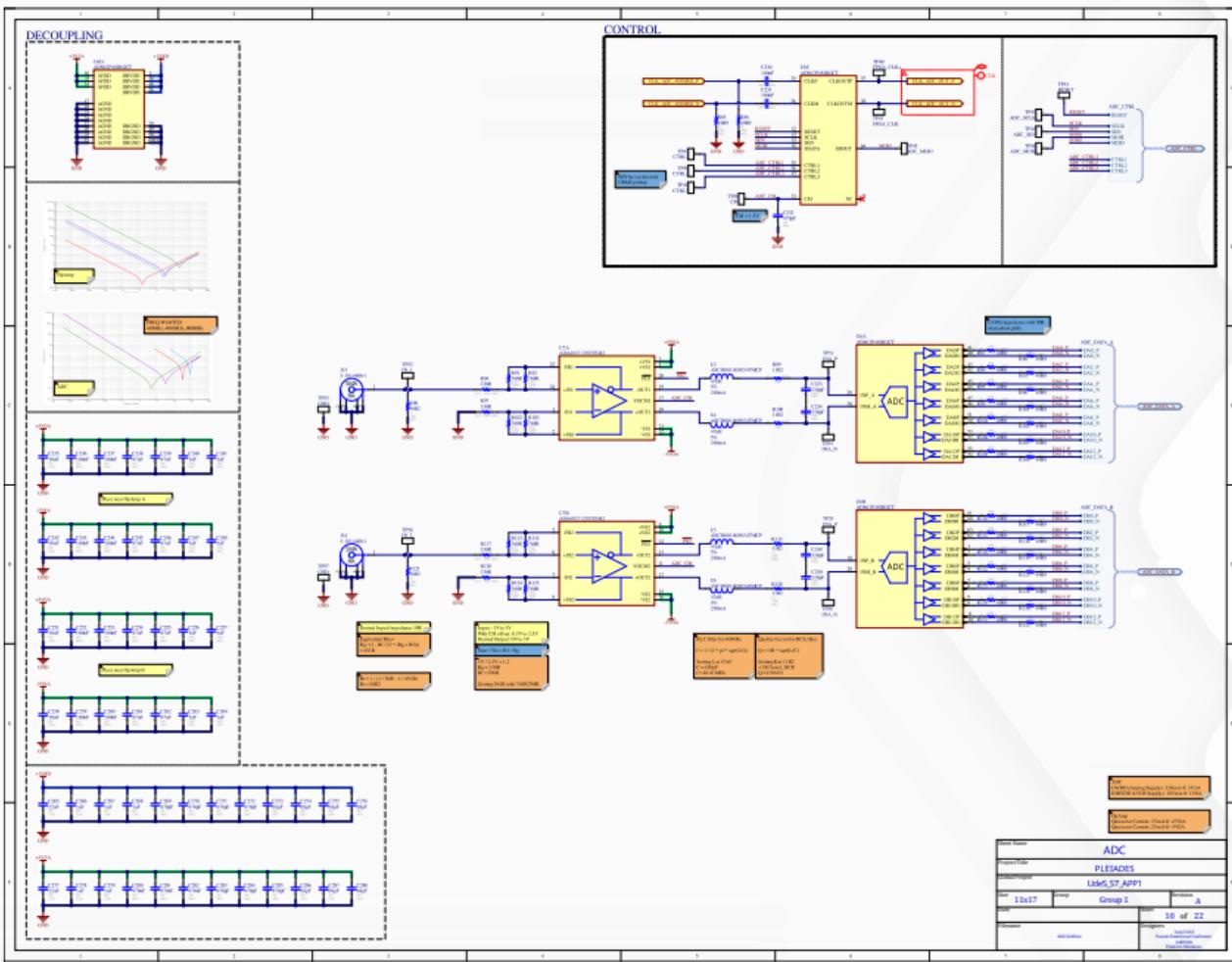
Part information, addresses, registers, pull-up/pull-downs, excerpts & tables etc.

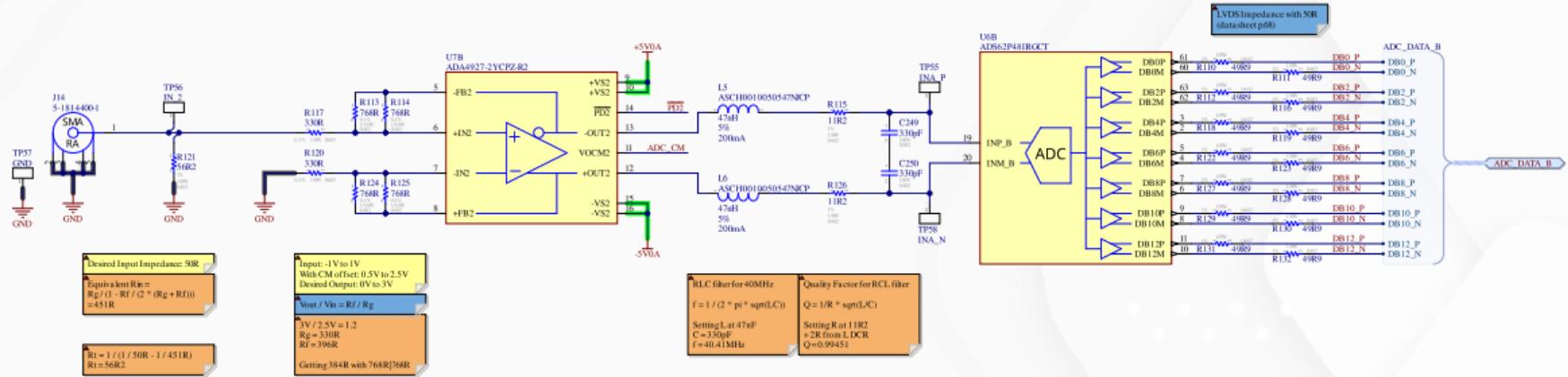
### Calculations

Values, tensions & currents, passives, etc.

### TODO

Things that are left to be done, and who should do it

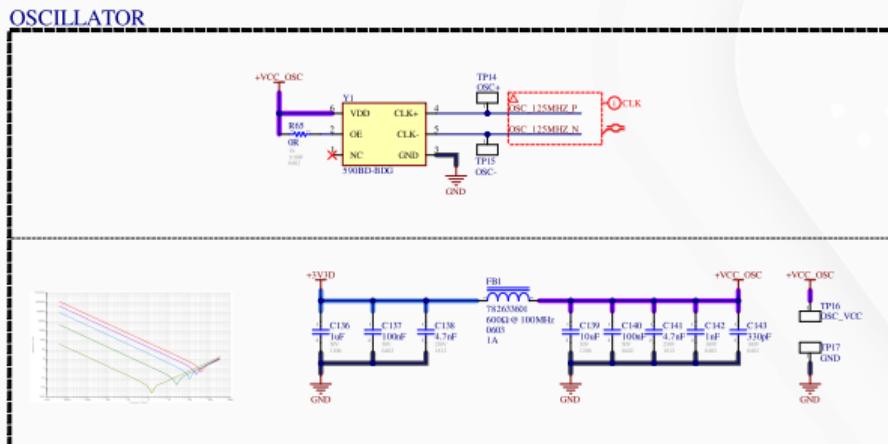


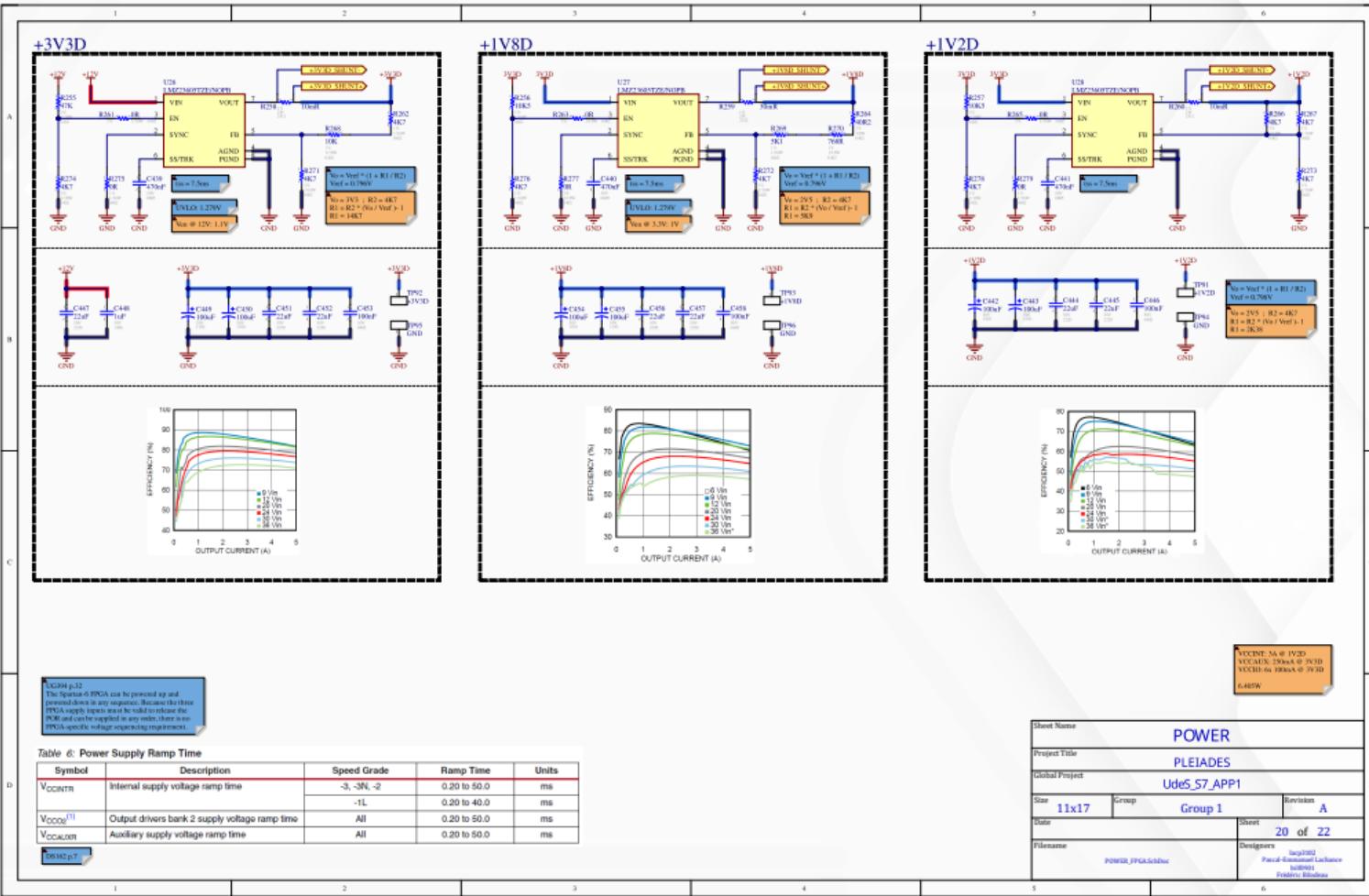


- **Calculer le power pour chaque bloc / chaque page**
  - Très important pour le design du PDN
- Indiquer les courbes d'efficacité des régulateurs
- Indiquer les courbes d'impédance du découplage des chips

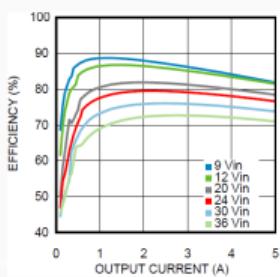
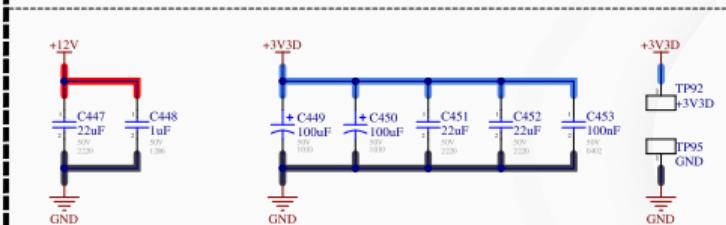
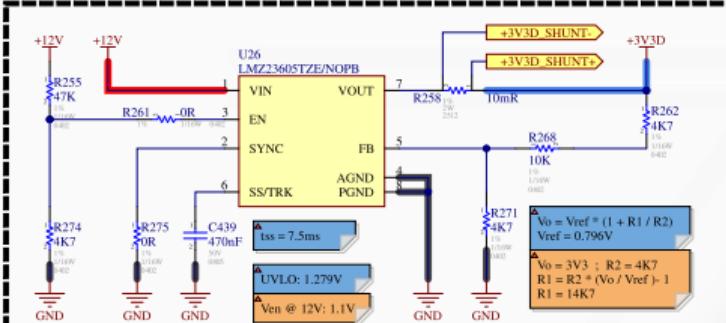
**ADC**  
 IAVDD (Analog Supply): 320mA @ 3V3A  
 IDRVD (LVDS Supply): 165mA @ 1V8A

**OpAmp**  
 Quiescent Current: 25mA @ +5V0A  
 Quiescent Current: 25mA @ -5V0A





### +3V3D



△ UG394 p.32

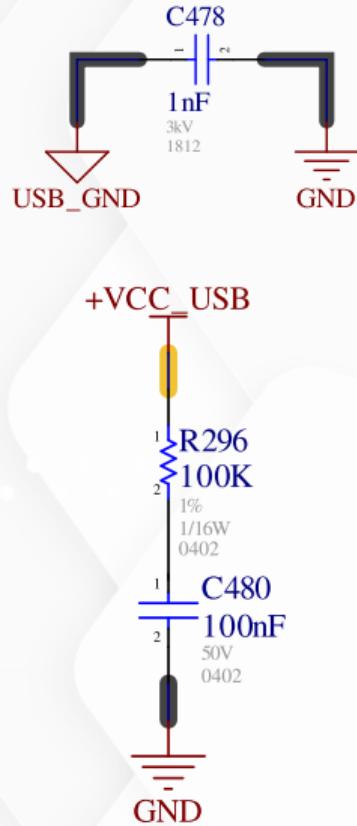
The Spartan-6 FPGA can be powered up and powered down in any sequence. Because the three FPGA supply inputs must be valid to release the POR and can be supplied in any order, there is no FPGA-specific voltage sequencing requirement.

Table 6: Power Supply Ramp Time

Symbol	Description	Speed Grade	Ramp Time	Units
$V_{CCINTR}$	Internal supply voltage ramp time	-3, -3N, -2	0.20 to 50.0	ms
		-1L	0.20 to 40.0	ms
$V_{CCO2}^{(1)}$	Output drivers bank 2 supply voltage ramp time	All	0.20 to 50.0	ms
$V_{CCAUXR}$	Auxiliary supply voltage ramp time	All	0.20 to 50.0	ms

△ DS162 p.7

- Indiquer les informations pertinentes sur les composantes
  - Tolérances
  - Packages
  - Types
  - Puissance
  - Part #
- Essayer de toujours garder tout le texte horizontal
- Tous les noms de nets et de pièces en MAJUSCULES
- Donner des noms aux testpoints, boutons, switches, LEDs, connecteurs...



# Bonnes pratiques de schéma

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
- Bonnes pratiques de schéma
  - Clareté
  - Notes
  - Testpoints et Debugging
  - Outils
  - Autre
  - Design Review

# Bonnes pratiques de schéma

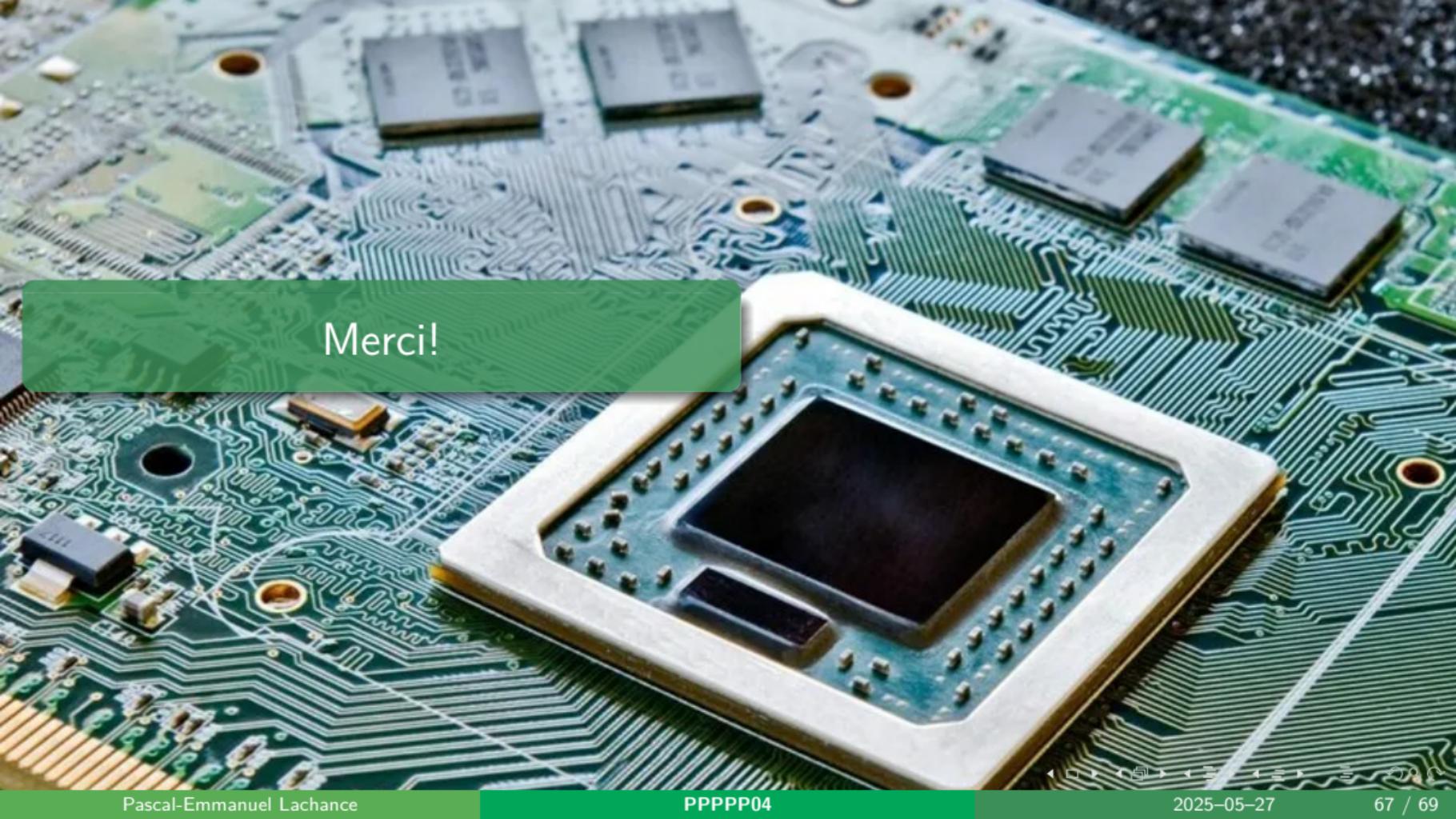
- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
- **Bonnes pratiques de schéma**
  - Clareté
  - Notes
  - Testpoints et Debugging
  - **Outils**
  - Autre
  - Design Review

# Bonnes pratiques de schéma

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
- **Bonnes pratiques de schéma**
  - Clareté
  - Notes
  - Testpoints et Debugging
  - Outils
  - **Autre**
  - Design Review

# Bonnes pratiques de schéma

- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
- **Bonnes pratiques de schéma**
  - Clareté
  - Notes
  - Testpoints et Debugging
  - Outils
  - Autre
  - Design Review



Merci!

# Prochain PPPPP

## Comment se déplace un signal?

- Où l'impédance est la plus faible?
- Retour de courant
- Ground Bounce
- Vitesse de déplacement d'un signal
- Tout est une ligne de transmission

- [1] *The pareto principle*, Mar. 2025. [Online]. Available: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/pareto-principle>.
- [2] *Symbols and symbol libraries*, Mar. 2025. [Online]. Available: [https://docs.kicad.org/8.0/fr/eeschema/eeschema\\_symbols\\_and\\_libraries.html](https://docs.kicad.org/8.0/fr/eeschema/eeschema_symbols_and_libraries.html).
- [3] D. L. Jones, *The economics of selling your hardware project*,  
<https://www.eevblog.com/2014/05/28/the-economics-of-selling-your-hardware-project/>, Accessed: 2025-05-24, May 2014.