

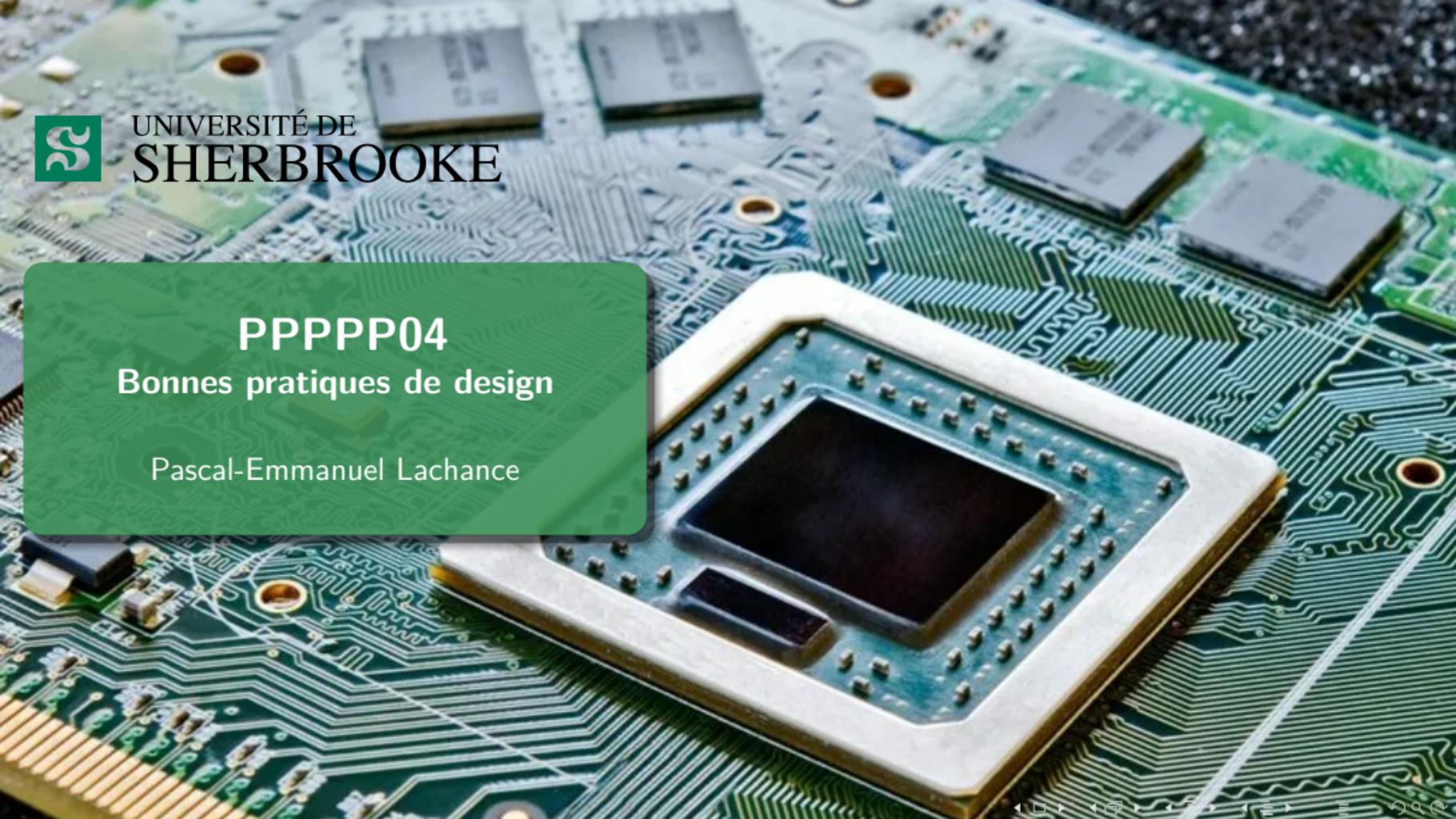


UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

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 schématisation
-  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

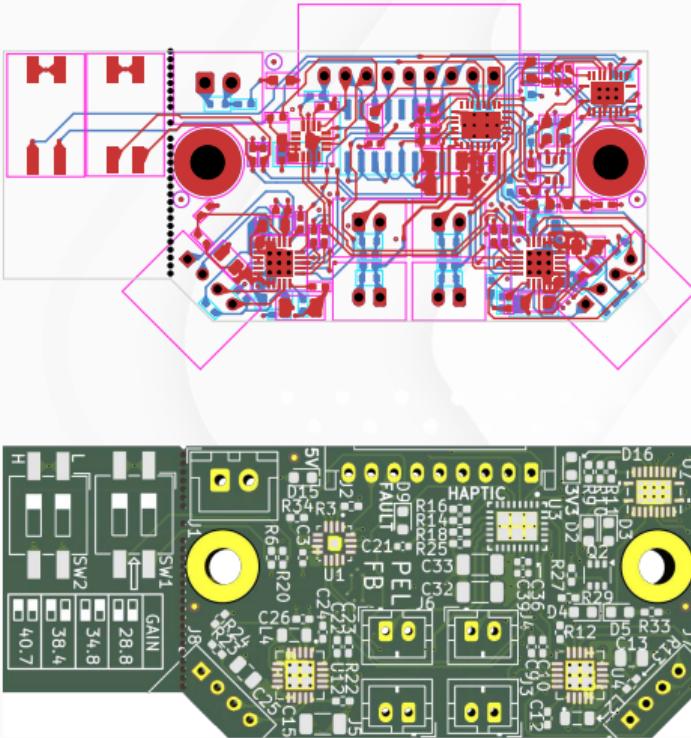
Bonnes pratiques générales

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

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



Définition des besoins

- 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

Définition des besoins

- 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

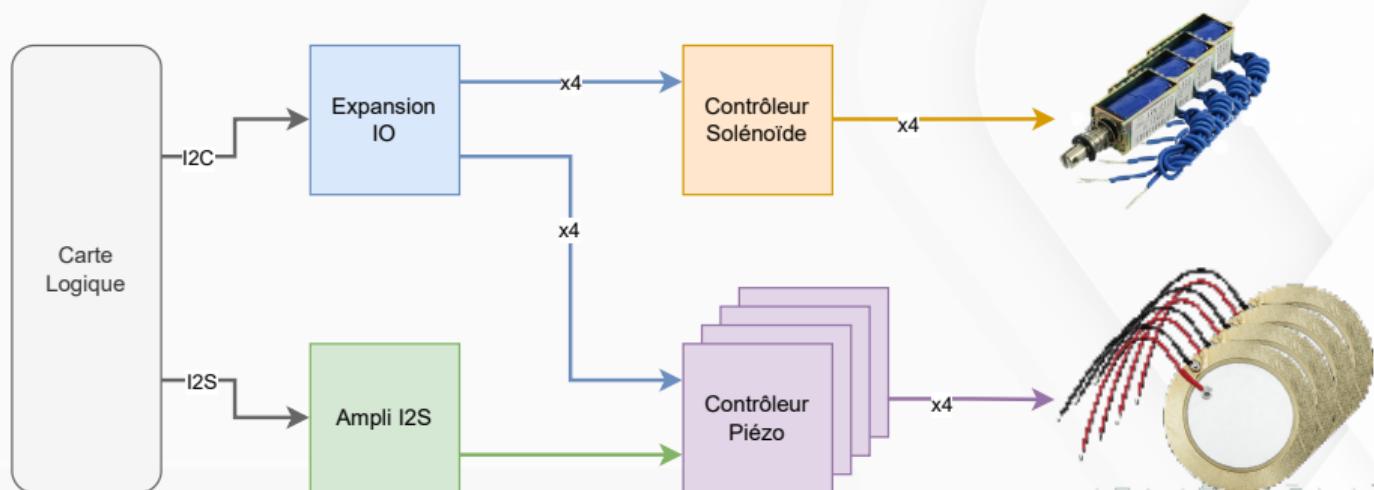
- Dresser une liste des fonctionnalités
- Dresser des requis techniques quantifiables

- 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^2C & I^2S
- Contraintes de bruit électronique

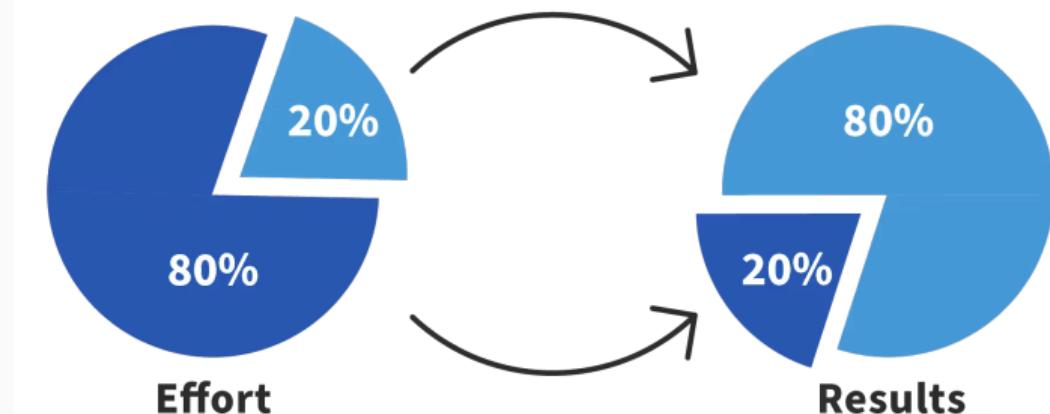
- Faire un schéma-bloc des différentes portions du projet
- À inclure dans le schéma final

- 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

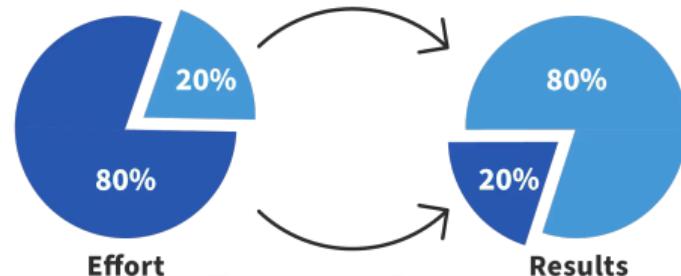


Source: [1]

- 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

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



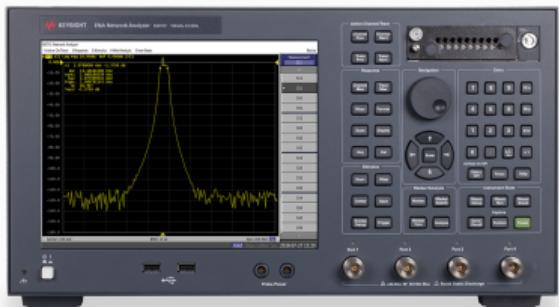
LCR Meter

- 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

Bonnes pratiques générales

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

Bonnes pratiques des composantes & BOM

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

Bonnes pratiques des composantes & BOM

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

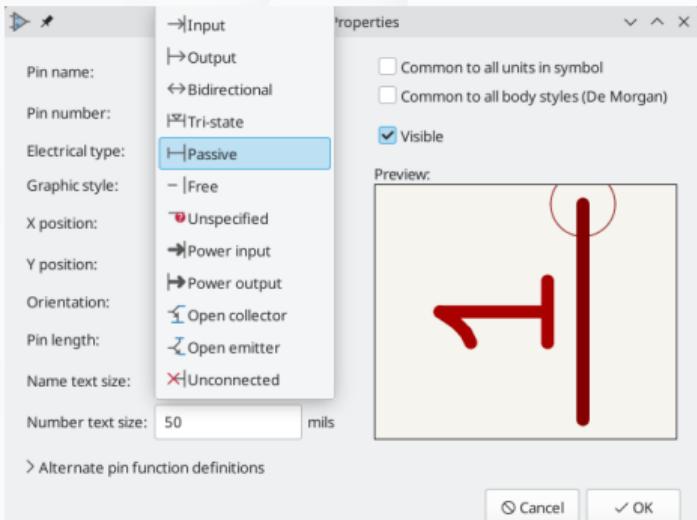
Bonnes pratiques des composantes & BOM

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

Fabrication du symbole



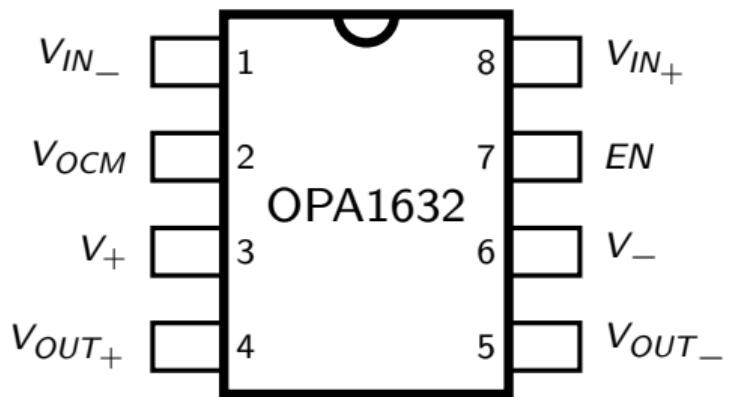
- Un des éléments de clareté les plus importants
- Affecte aussi le BOM
- La pièce devrait être représentative
- La pièce devrait être facile à lire
- La pièce devrait contenir toutes les informations pour le BOM
- Faire la pièce soi-même
 - Suivre un standard
 - Modifier plus tard pour fitter le schéma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



Source: [2]

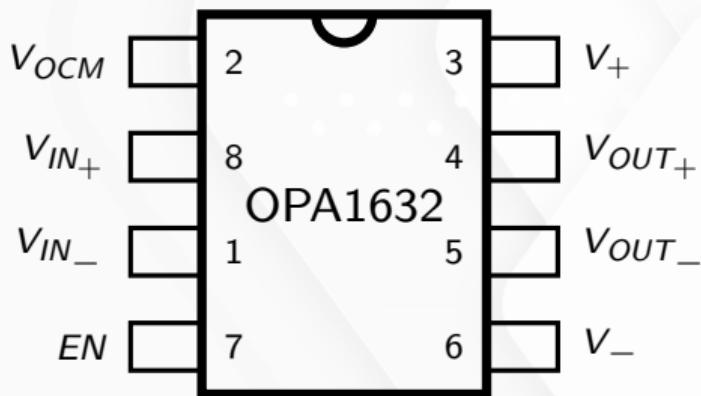
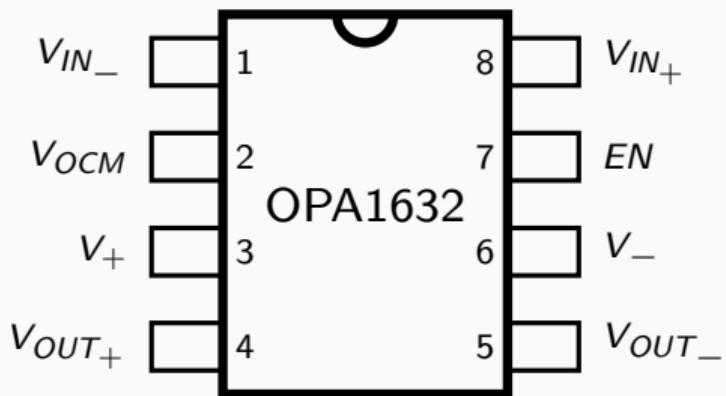
- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce

- 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

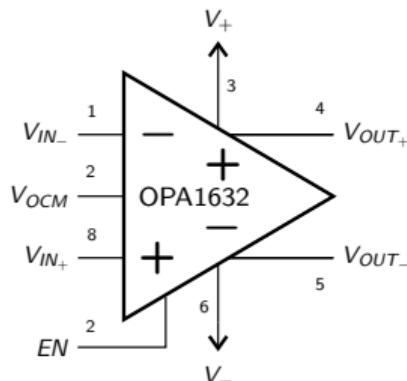
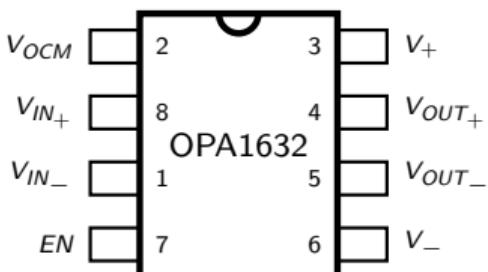
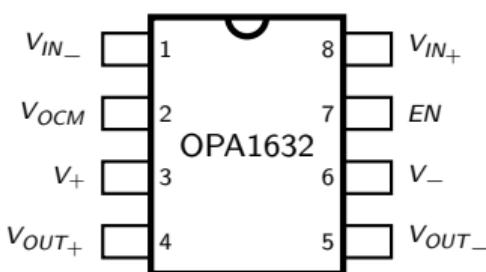


Pinout du symbole

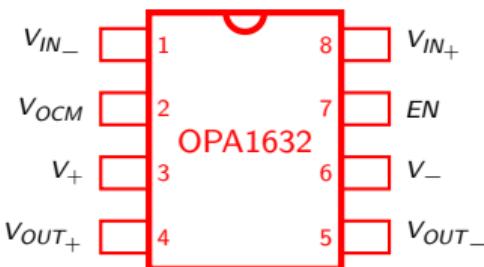
- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce



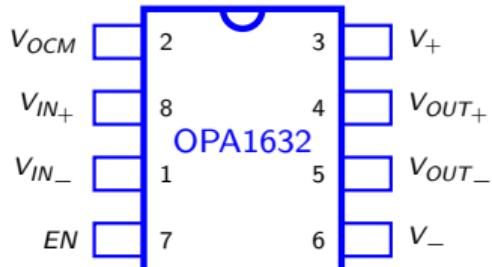
- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce



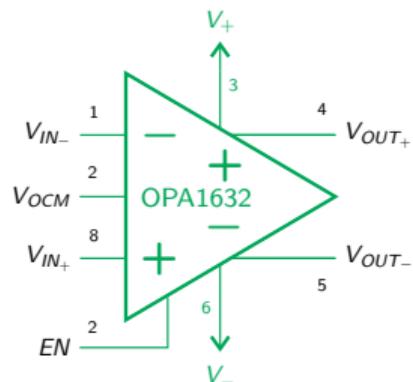
- Garder les inputs à gauche et outputs à droite
- Ne pas numéroter le symbole comme le footprint
- Utiliser des symboles représentatifs lorsque possible
- Tu ne devrais pas avoir à aller dans la datasheet pour comprendre la pièce



BAD

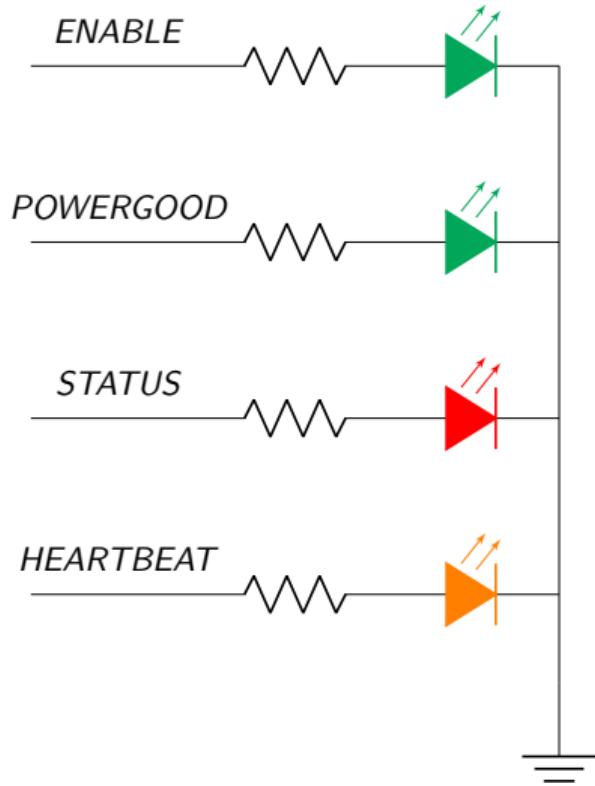


GOOD

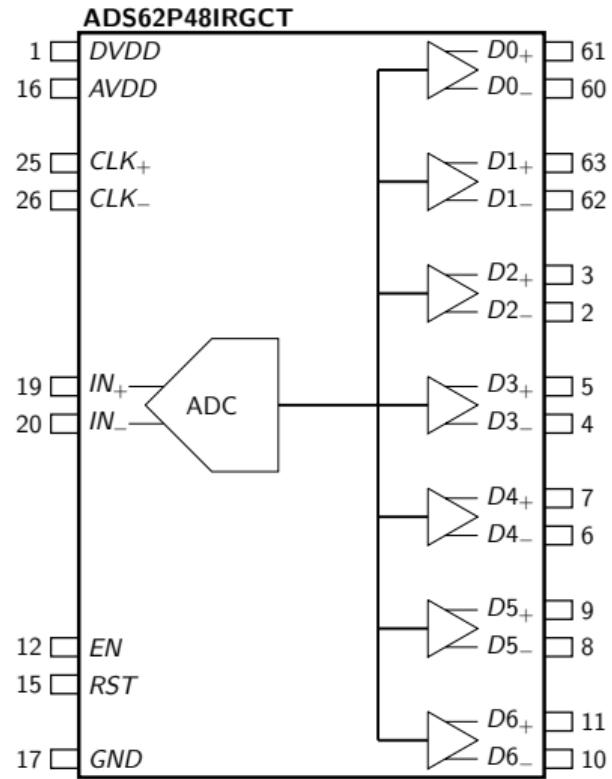
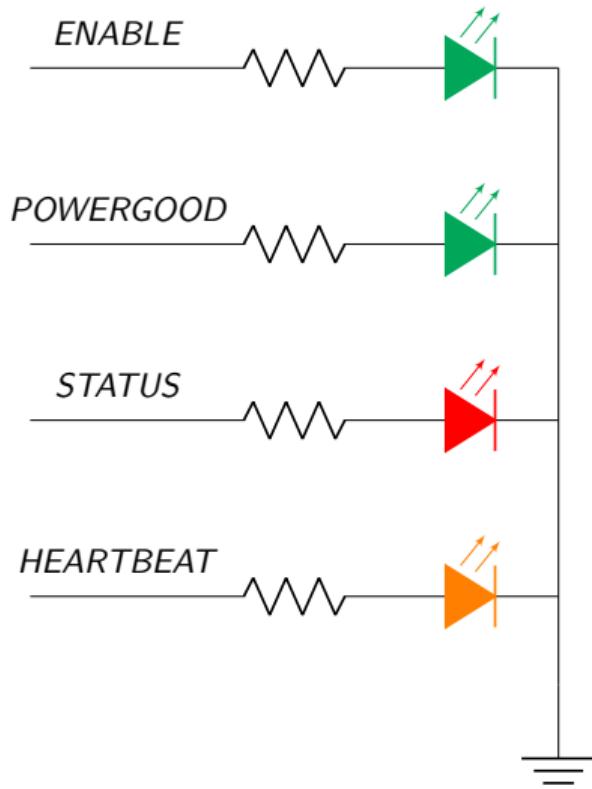


BEST

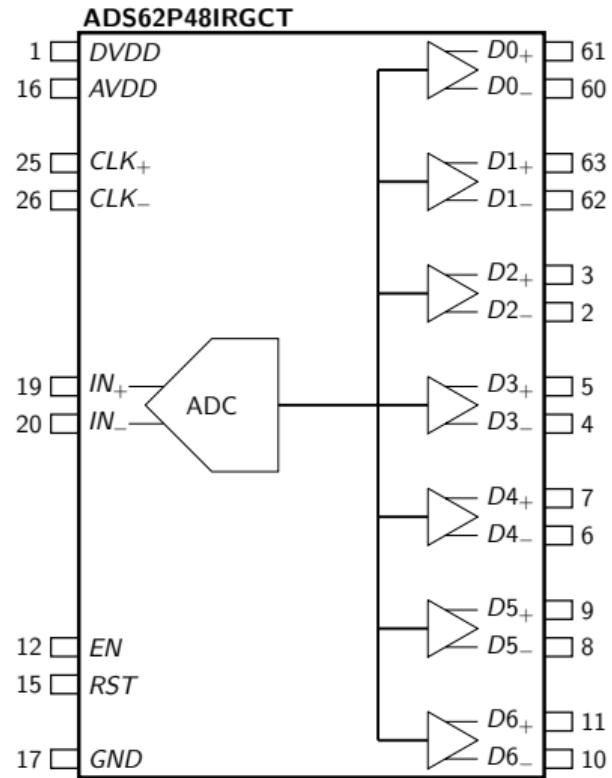
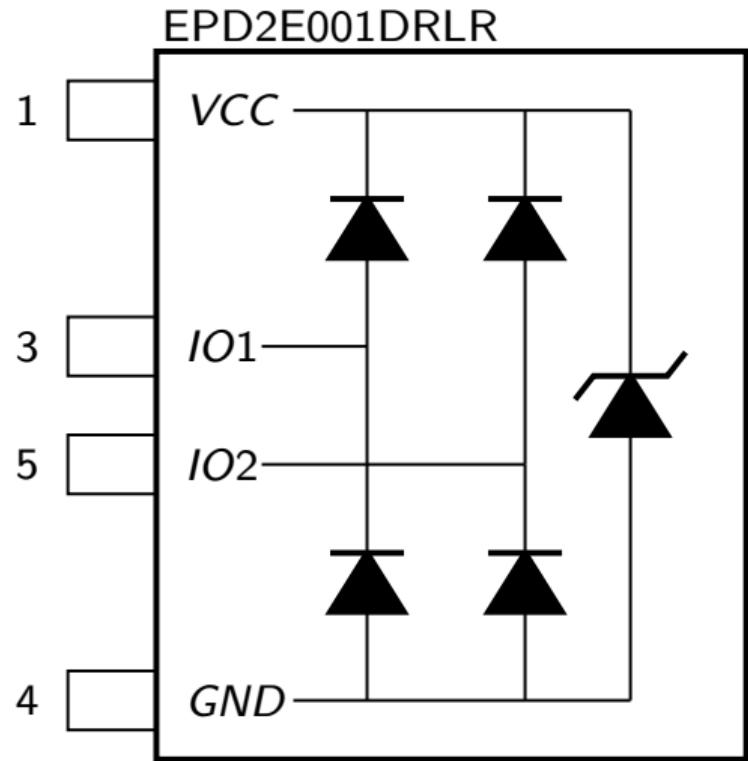
Symboles représentatifs

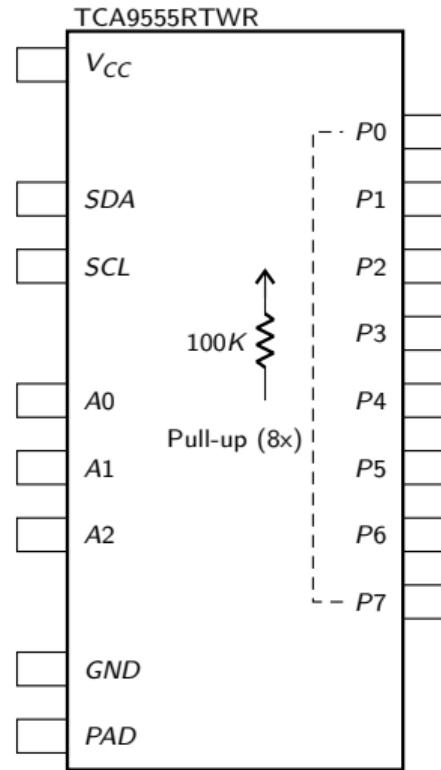
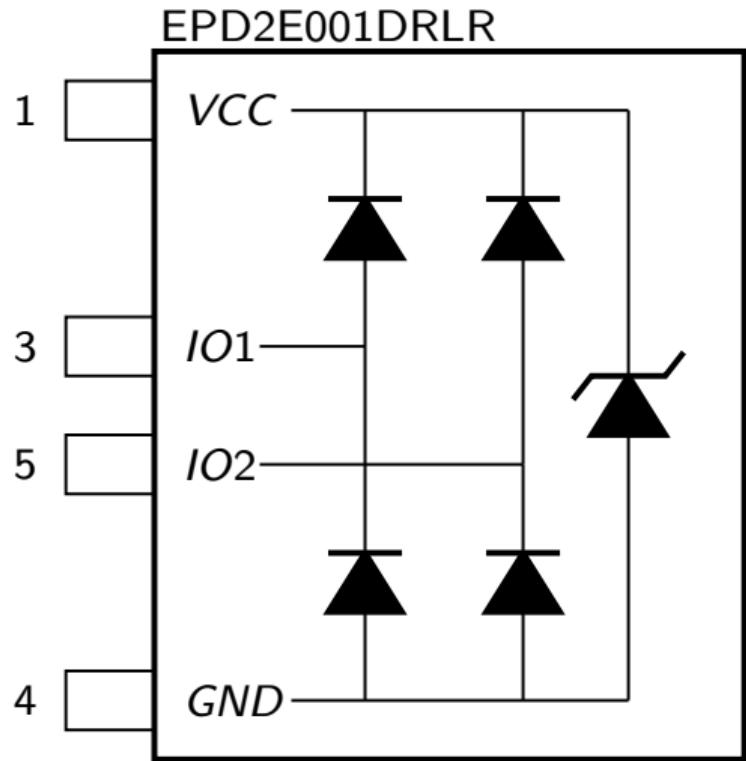


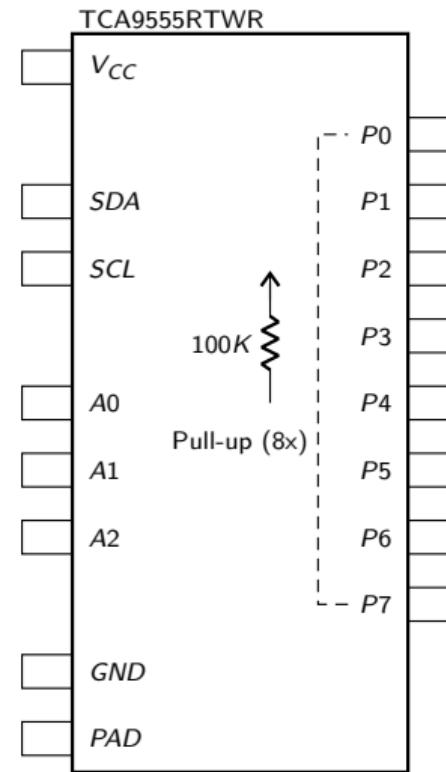
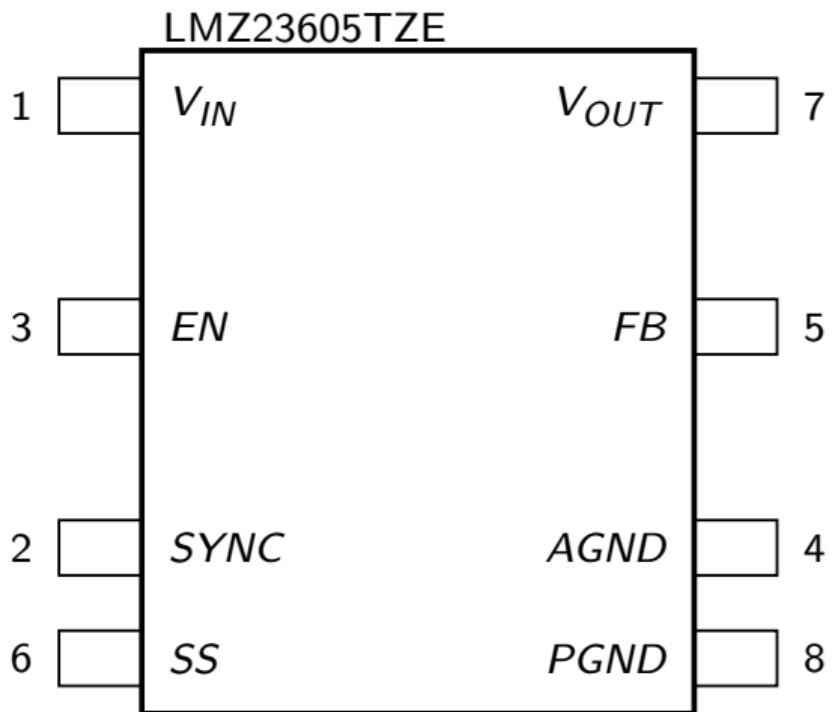
Symboles représentatifs



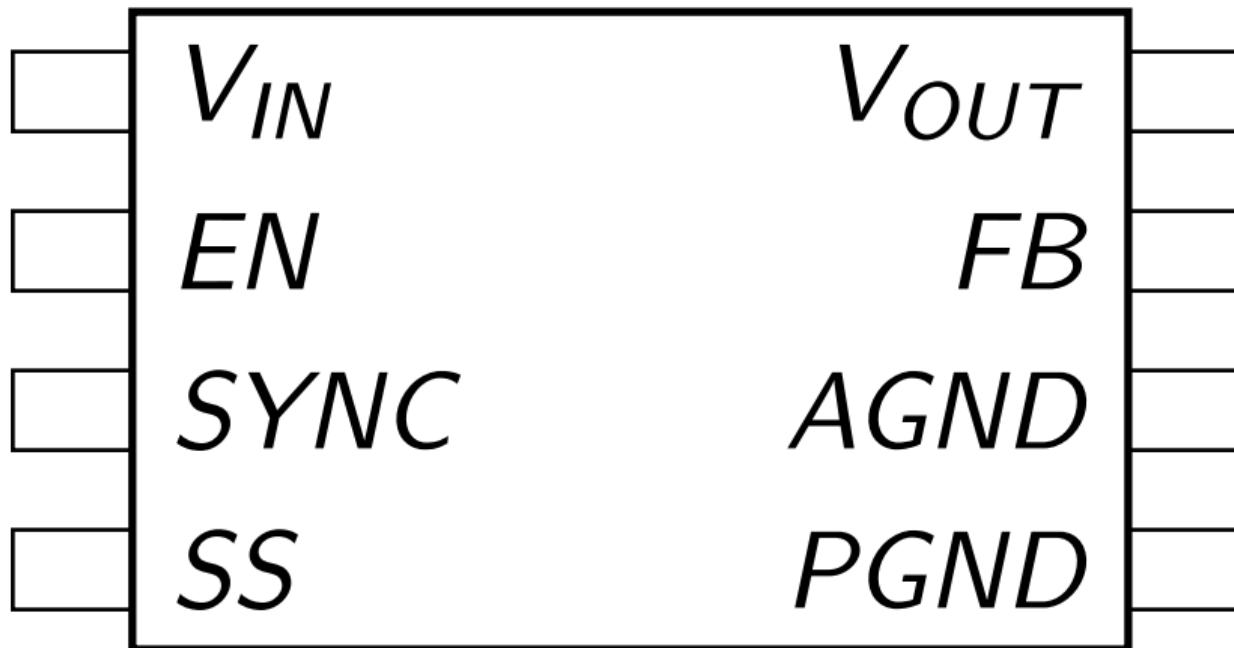
Symboles représentatifs

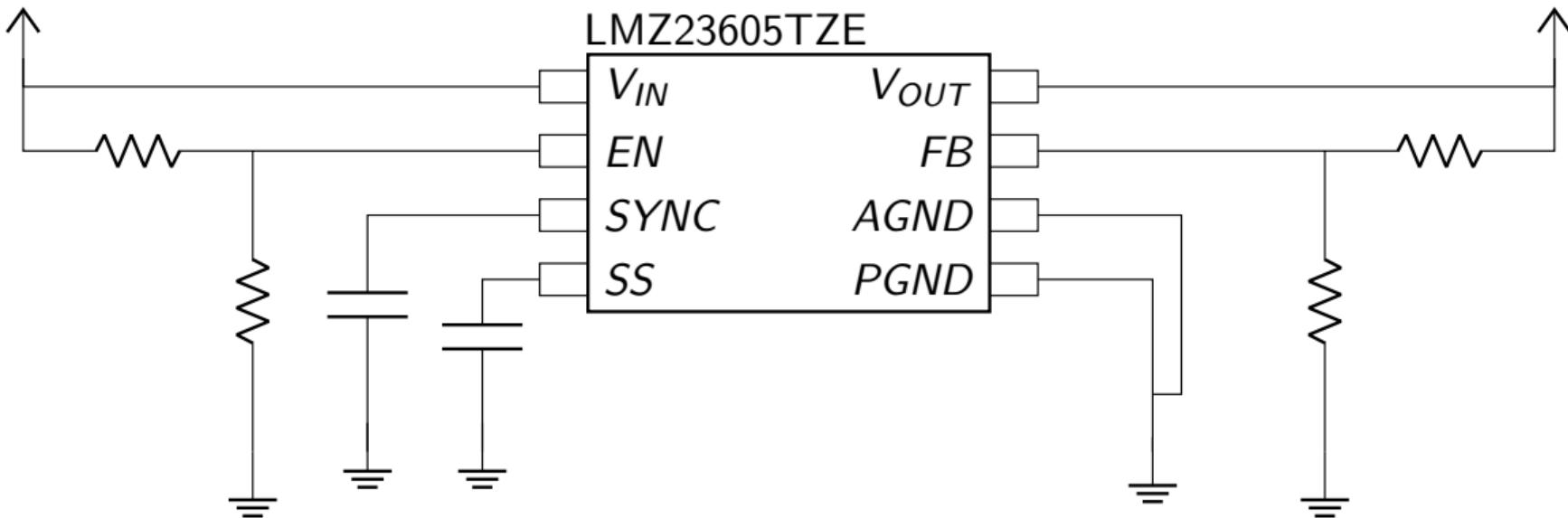


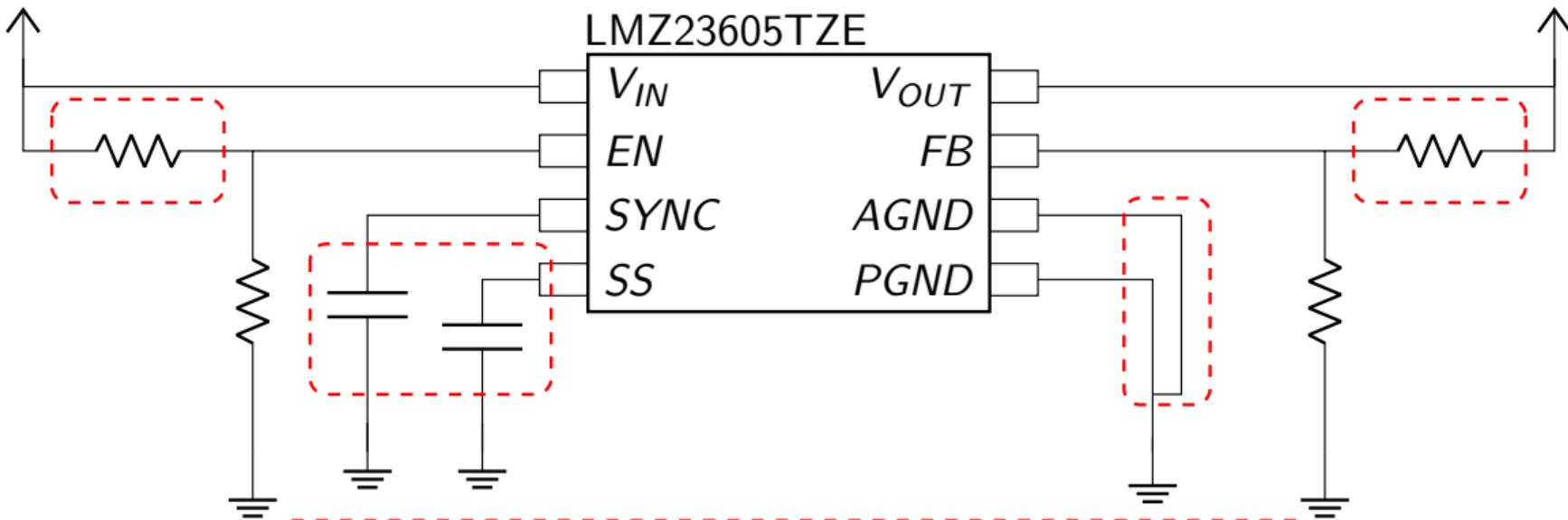


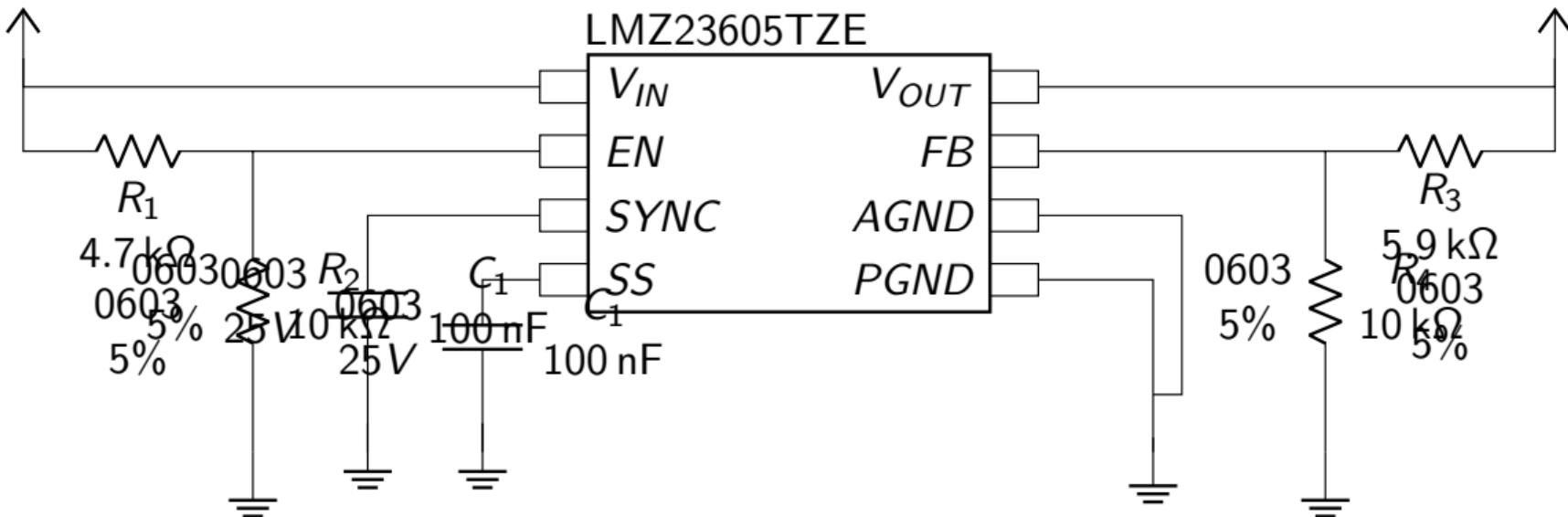


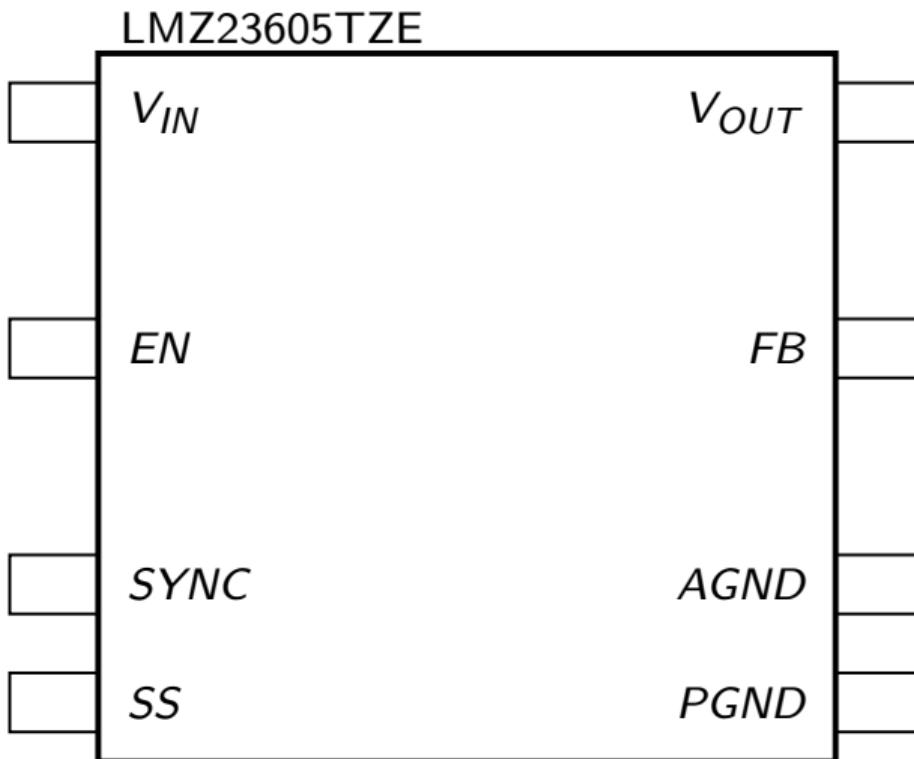
LMZ23605TZE

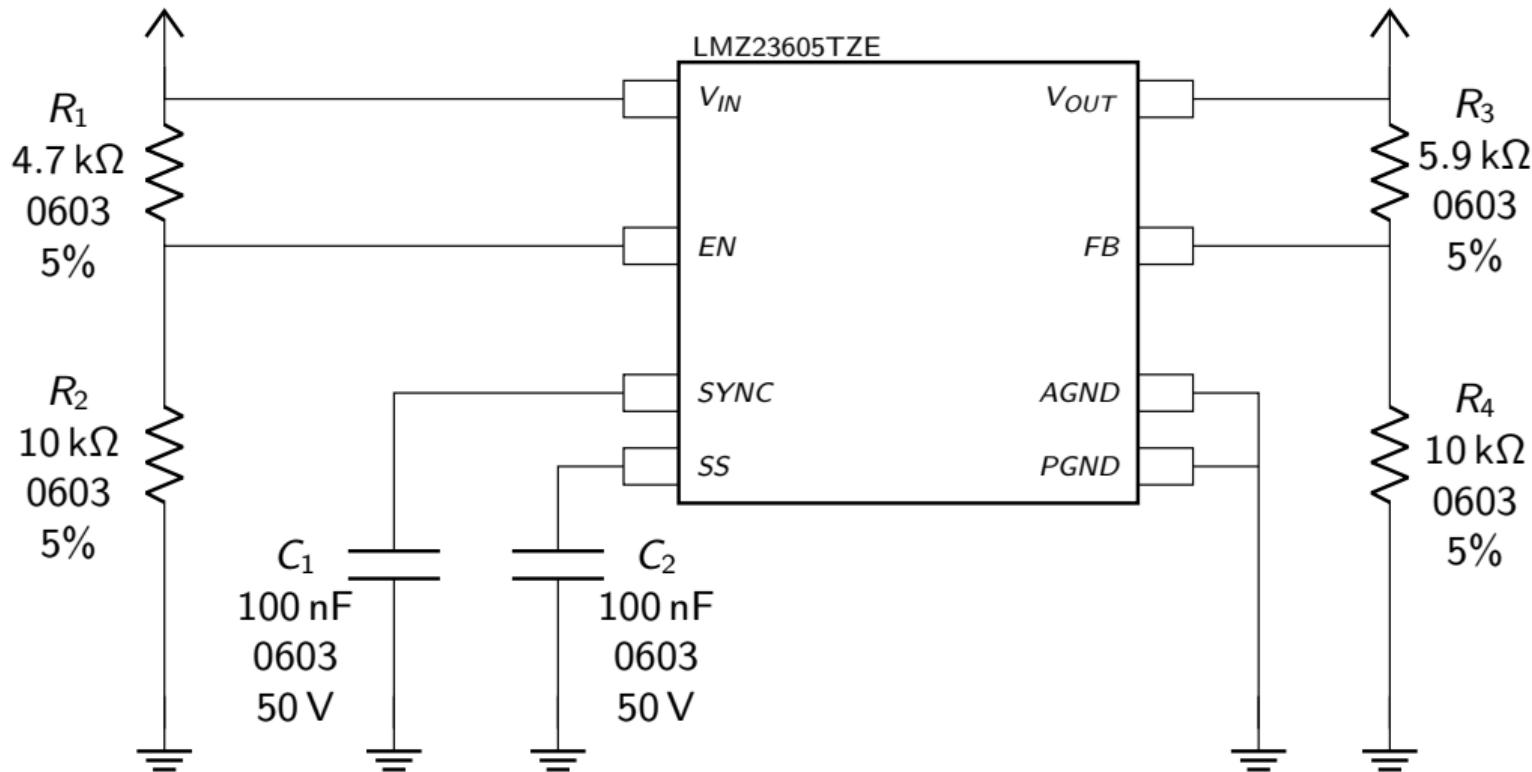




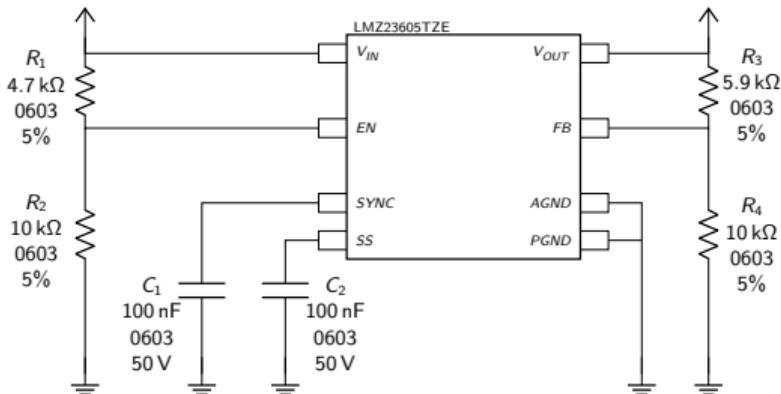
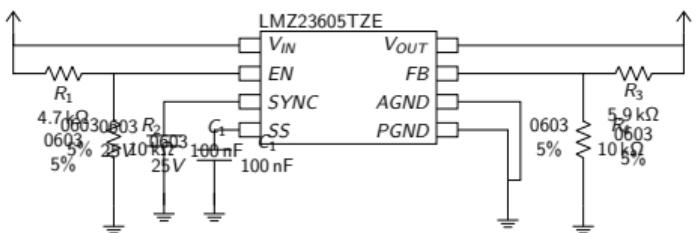








Laisser l'espace pour les composantes passives





Informations du BOM

Bonnes pratiques des composantes & BOM

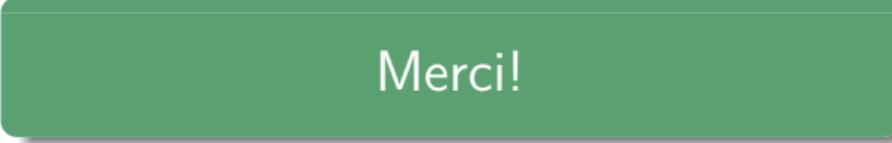
- Bonnes pratiques générales
- Bonnes pratiques des composantes & BOM
 - Footprints
 - Symboles
 - **Datasheets**
 - Recherche de pièces
 - BOM

Bonnes pratiques des composantes & BOM

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

Bonnes pratiques des composantes & BOM

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



Merci!

- [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.