

# Outils numériques : conception de circuits imprimés

Roman Le Goff Latimier

département mécatronique

ENS Rennes, 25 septembre 2020

# Plan

Qu'est ce qu'un circuit imprimé ?

Comment concevoir un circuit imprimé ?

Quel outil utiliser pour concevoir un circuit imprimé ?

Organisation de ce module

# Qu'est ce qu'un circuit imprimé ?

## Réalisation de circuits électronique

- Conception et étude théorique
- Dimensionnement
- Test et prototypage ("*plaque à trous, plaque labdec*")

## Et après

## Passage à un circuit imprimé

- meilleure fiabilité
- meilleure pérennité
- plus compact
- pour certains circuits, seule possibilité de mise en œuvre

# Qu'est ce qu'un circuit imprimé ?

## Réalisation de circuits électronique

- Conception et étude théorique
- Dimensionnement
- Test et prototypage ("*plaque à trous, plaque labdec*")

## Et après

## Passage à un circuit imprimé

- meilleure fiabilité
- meilleure pérennité
- plus compact
- pour certains circuits, seule possibilité de mise en œuvre

# Qu'est ce qu'un circuit imprimé ?

## Réalisation de circuits électronique

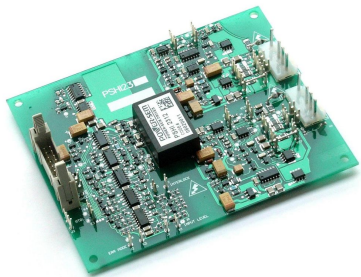
- Conception et étude théorique
- Dimensionnement
- Test et prototypage ("*plaque à trous, plaque labdec*")

## Et après

## Passage à un circuit imprimé

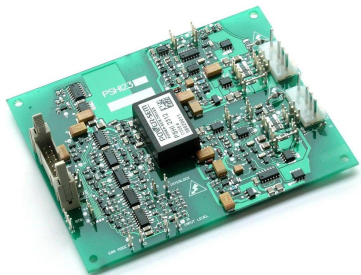
- meilleure fiabilité
- meilleure pérennité
- plus compact
- pour certains circuits, seule possibilité de mise en œuvre

## Qu'est ce qu'un circuit imprimé ?



Que trouve t on sur un circuit imprimé ?

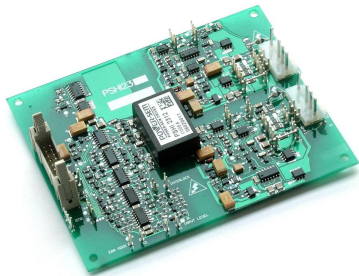
## Qu'est ce qu'un circuit imprimé ?



### Que trouve t on sur un circuit imprimé ?

- composants : résistances, diodes, capacités, (bobines ?)
- circuits intégrés
- connectiques : borniers, broches, *et caetera*
- pistes de connexion

## Qu'est ce qu'un circuit imprimé ?

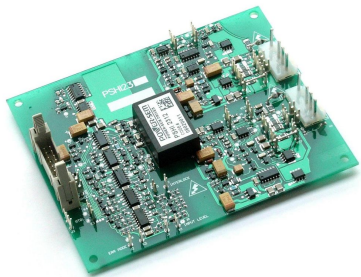


### Que trouve t on sur un circuit imprimé ?

- composants : résistances, diodes, capacités, (bobines ?)
- circuits intégrés
- connectiques : borniers, broches, *et caetera*
- pistes de connexion



## Qu'est ce qu'un circuit imprimé ?



Que trouve t on sur un circuit imprimé ?

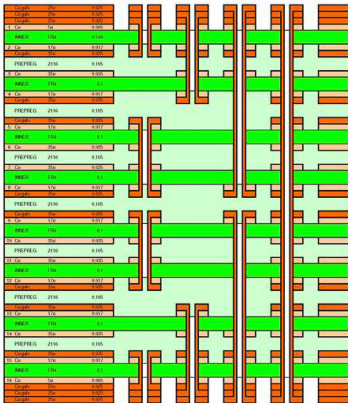
**Différents types de circuits intégrés !**

- traversants
- montés en surface

# Pistes de connexion et passages d'une couche à l'autre

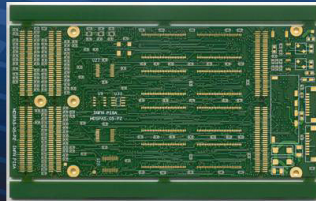
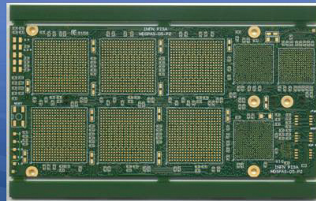
## 16 Layers FR4

0,12 mm track - 0,12 mm isolation - 0,2 mm holes - 2,2 mm thickness



épaisseurs totales 2,271

## BLIND+BURIED VIAS



## Process de réalisation

### Gravure mécanique

usinage des contours des pistes

### Gravure chimique

- attaque chimique de certaines zones du cuivre
- protéger les zones à conserver par un polymère



## Process de réalisation

### Gravure mécanique

usinage des contours des pistes

### Gravure chimique

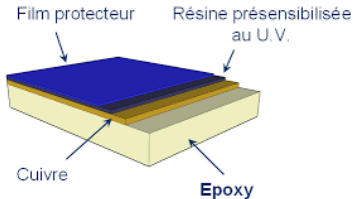
- attaque chimique de certaines zones du cuivre
- protéger les zones à conserver par un polymère



## Process de réalisation

### Gravure chimique

- insolation UV avec calque
- polymérisation locale de la résine
- enlever la résine polymérisée : révélateur
- gravure chimique



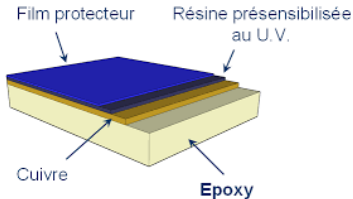
### Travail restant :

- Perçage
- Placement des composants
- Soudure
- Tests

## Process de réalisation

### Gravure chimique

- insolation UV avec calque
- polymérisation locale de la résine
- enlever la résine polymérisée : révélateur
- gravure chimique



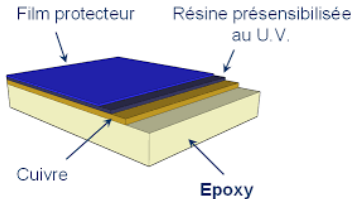
### Travail restant :

- Perçage
- Placement des composants
- Soudure
- Tests

## Process de réalisation

### Gravure chimique

- insolation UV avec calque
- polymérisation locale de la résine
- enlever la résine polymérisée : révélateur
- gravure chimique



### Travail restant :

- Perçage
- Placement des composants
- Soudure
- Tests

## Que va t on concevoir aujourd'hui ?

### Point de départ :

- schéma du circuit à réaliser sur une feuille volante avec valeurs et références des composants

### Point d'arrivée :

- circuit conçu et prêt à fabriquer

### Travaux à réaliser :

- saisie du schéma électrique
- placement des composants
- routage des pistes = problème NP-complet



## Que va t on concevoir aujourd'hui ?

### Point de départ :

- schéma du circuit à réaliser sur une feuille volante avec valeurs et références des composants

### Point d'arrivée :

- circuit conçu et prêt à fabriquer

### Travaux à réaliser :

- saisie du schéma électrique
- placement des composants
- routage des pistes = problème NP-complet

## Que va t on concevoir aujourd'hui ?

### Point de départ :

- schéma du circuit à réaliser sur une feuille volante avec valeurs et références des composants

### Point d'arrivée :

- circuit conçu et prêt à fabriquer

### Travaux à réaliser :

- saisie du schéma électrique
- placement des composants
- routage des pistes = problème NP-complet

# Quelques règles de bonnes conception

## Liste non exhaustive

- Largeur des pistes : dissipation thermique
- Taille minimale d'une piste : dépend du procédé
- Distance entre deux pistes : isolation
- Facilité/faisabilité de la soudure
- Condensateurs de découplage

# Quel outil utiliser pour concevoir un circuit imprimé ?

## KiCad v5

- Un logiciel parmi beaucoup
- open source et multiplate forme

## Saisie du schéma électrique : *schematic*

- recherche de composants adéquats dans des bibliothèques
- connexions entre composants
- vérification de l'absence d'erreurs *évidentes*

## Placement - routage : *board*

- glisser-déposer pour le placement des composants
- pistes routées/non-routées
- vérification de l'absence d'erreurs *évidentes*

# Quel outil utiliser pour concevoir un circuit imprimé ?

## KiCad v5

- Un logiciel parmi beaucoup
- open source et multiplate forme

## Saisie du schéma électrique : *schematic*

- recherche de composants adéquats dans des librairies
- connexions entre composants
- vérification de l'absence d'erreurs *évidentes*

## Placement - routage : *board*

- glisser-déposer pour le placement des composants
- pistes routées/non-routées
- vérification de l'absence d'erreurs *évidentes*

# Quel outil utiliser pour concevoir un circuit imprimé ?

## KiCad v5

- Un logiciel parmi beaucoup
- open source et multiplate forme

## Saisie du schéma électrique : *schematic*

- recherche de composants adéquats dans des librairies
- connexions entre composants
- vérification de l'absence d'erreurs *évidentes*

## Placement - routage : *board*

- glisser-déposer pour le placement des composants
- pistes routées/non-routées
- vérification de l'absence d'erreurs *évidentes*

# Organisation de ce module

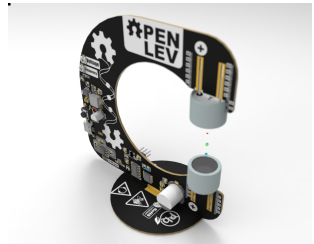
## Logistique

- 10h de TP en salle informatique
- évaluation du compte rendu (méthode de rédaction d'un compte rendu ?)
- possibilité d'installer KiCad sur vos ordinateurs
- sujet et documentation sur [edu.ens-rennes.fr](http://edu.ens-rennes.fr)

# Organisation de ce module

## Travail proposé

- Prise en main de KiCad
  - système de lévitation acoustique
  - oscillateur et amplificateur
  - connecteurs d'alimentation et de sortie vers des emetteurs ultrason
- Hacheur pour contrôle MCC : conception d'un shield Arduino
  - alimenter l'Arduino et le hacheur
  - acquérir les signaux du capteur de courant et du codeur incrémental
  - piloter le moteur à courant continu



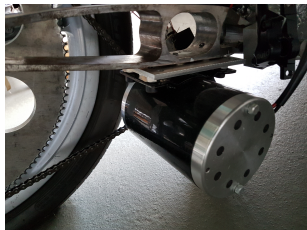
<https://hackaday.io/project/169024-open-lev>



# Organisation de ce module

## Travail proposé

- Prise en main de KiCad
  - système de lévitation acoustique
  - oscillateur et amplificateur
  - connecteurs d'alimentation et de sortie vers des emetteurs ultrason
- Hacheur pour contrôle MCC : conception d'un shield Arduino
  - alimenter l'Arduino et le hacheur
  - acquérir les signaux du capteur de courant et du codeur incrémental
  - piloter le moteur à courant continu



voiture marathon EcoShell

## Ce qui n'est pas dans ce module

### Réalisation des circuits imprimés (entre autres) : MakerSpace

- rassemble les moyens de fabrication et de prototypage
- [edu.ens-rennes.fr](http://edu.ens-rennes.fr) > mécatronique > département > makerspace
- utilisation libre sous condition
  - respect des règles
  - formation
- ouverture prochainement !

## Ce qui n'est pas dans ce module

### Réalisation des circuits imprimés (entre autres) : MakerSpace

- rassemble les moyens de fabrication et de prototypage
- [edu.ens-rennes.fr](http://edu.ens-rennes.fr) > mécatronique > département > makerspace
- utilisation libre sous condition
  - respect des règles
  - formation
- ouverture prochainement !

# Outils numériques : conception de circuits imprimés

Roman Le Goff Latimier

département mécatronique

ENS Rennes, 25 septembre 2020