

SAE 301

CHOIX DES COMPOSANTS

Table des matières

1. SCHÉMAS.....	3
1.1. CHOIX DES COMPOSANTS.....	3
1.1.1. ALIMENTATION.....	3
1.1.2. RELAIS.....	3
1.1.3. BOUTON.....	4
1.1.4. CAPTEUR DE TEMPÉRATURE.....	4
1.1.5. DEL.....	4
1.1.6. TRANSISTOR BIPOLAIRE NPN EN COMMUTATION.....	5
1.1.7. PROTECTIONS.....	6
1.1.8. RÉCAPITULATIF.....	8
1.2. SCHÉMA FONCTIONNEL.....	9
1.3. ROUTAGE.....	10
1.3.1. PREMIERS PAS.....	10
1.3.2. RÉSULTAT FINAL.....	11
2. LOGICIELS.....	13
2.1. LTSPICE.....	13
2.1.1. PRÉSENTATION.....	13
2.1.2. INSTALLATION.....	13
2.2. KICAD.....	16
2.2.1. PRÉSENTATION.....	16

1. SCHÉMAS

1.1. CHOIX DES COMPOSANTS

1.1.1. ALIMENTATION

Nous souhaitons alimenter notre ESP 8266 en 5 V, via le port USB. Sachant qu'en entrée de la prise, nous avons la tension du réseau électrique qui est de 230 V, nous pouvons choisir notre alimentation, qui doit avoir les caractéristiques suivantes :

- en entrée : $V_{\text{entrée}} = 230 V_{AC}$
- en sortie : $V_{\text{sortie}} = 5 V_{DC}$

Pour connaître la puissance utile, il faut faire une étude des différents composants que nous allons utiliser, pour en déduire la puissance totale du système et adapter au mieux notre alimentation.

Après estimation du courant nécessaire pour tous les éléments électroniques, nous arrivons au courant suivant : $I_{\text{total}} = I_{\text{relais}} + I_{\text{esp}} = 0,08 + 0,3$

En faisant des recherches, j'ai trouvé l'alimentation **IRM-02-5** du fabricant Mean Well. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- en entrée : $V_{\text{entrée}} = 85 \sim 305 V_{AC}$ $I_{\text{entrée}} = 30 mA (230 V_{AC})$
- en sortie : $V_{\text{sortie}} = 5 V_{DC}$ $I_{\text{sortie}} = 400 mA$ $P = 2 W$

Elle est donc très adaptée à nos besoins.

Borniers :

Pour avoir le 230 V sur la carte électronique, il va falloir utiliser un bornier traversant adapté. Il doit posséder trois entrées au moins, pour la phase, le neutre et la Pe. En recherchant sur le site Mouser, j'avais trouvé le TB0012-508-03GR du fabricant Same Sky qui faisait l'affaire. Mais après étude de la documentation technique, j'ai remarqué que le courant maximal assigné était de 15 A. Cela n'est donc pas assez pour notre prise. J'ai trouvé une autre référence du même fabricant, qui supporte un courant maximal de 76 A. La référence est **TBL008-1000-03BE**.

1.1.2. RELAIS

Pour piloter l'alimentation de notre prise, nous allons utiliser un relais. La bobine du relais doit être alimentée par le circuit électronique. Sa tension d'alimentation doit donc être de $V_{\text{bobine}} = 5 V_{DC}$.

Le contact du relais sert à piloter la prise. Dans l'habitat et le tertiaire, les prises électriques sont normées grâce à la NF C 15-100, qui nous donne les caractéristiques suivantes : $V_{\text{contact}} = 230 V_{AC}$ et $I_{\text{contact}} = 16 A_{AC}$.

En croisant plusieurs sources, je suis arrivé au relais **FTR-K1CK005W** du fabricant FCL Components. Selon la documentation technique, la bobine a une puissance de $P_{\text{contact}} = 400 mW$ à température ambiante et une impédance de $Z_{\text{contact}} = 62 \Omega$.

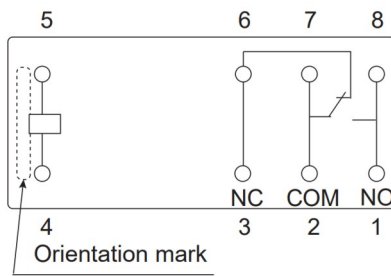


FIGURE 1: SCHÉMA FTR-K1CK005W

On en déduit alors son courant absorbé, qui vaut

$$I_{contact} = \frac{P_{contact}}{V_{contact}} = \frac{0,4}{5} = 0,08 \text{ A} = 80 \text{ mA}$$

Comme nous pouvons le voir sur le schéma, les broches 7 et 2 et les broches 8 et 1 sont reliées. Cela va nous permettre de diviser le courant sur les lignes micro-rubans par deux.

1.1.3. BOUTON

Standard, Flat Plunger Type
(without Ground Terminal)

B3F-1000, B3F-1002, B3F-1005, B3F-1006
B3F-1020 (See note.), B3F-1022 (See note.),
B3F-1025 (See note.), B3F-1026 (See note.)
B3F-1002-G, B3F-1022-G (See note.)

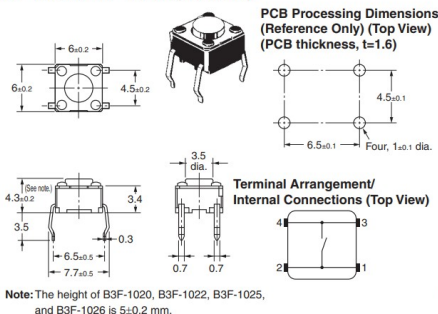


FIGURE 2: B3F-1000

Pour allumer et éteindre notre prise connectée, nous allons utiliser un bouton. Il suffit de relier la tension 3,3 V à l'entrée d'un bouton et relier la sortie du bouton à une broche de l'ESP 8266. J'ai choisi le bouton **B3F-1000** du fabricant Omron Electronics. Il convient parfaitement à notre carte, car il supporte un courant maximal de 50 mA et une tension de 3 à 24 Vdc.

Résistance de pull-down :

Pour ne pas laisser l'ESP 8266 dans un état indéterminé, il faut alors mettre la sortie à la terre. Sauf qu'en faisant cela, quand appuiera sur le bouton, il y aura un court-circuit, car le 3,3 V sera mis à la terre. Il faut donc mettre une résistance de pull-down assez élevée pour limiter le courant de fuite. Généralement, 10 kΩ est une bonne valeur, avec un courant de fuite de 0,33 mA. J'ai choisi la **CFR50J10K**.

1.1.4. CAPTEUR DE TEMPÉRATURE

M. Mura nous a demandé d'inclure un capteur de température avec notre prise. Il nous a demandé d'utiliser le **DS18B20**. Selon la documentation technique du capteur, il faut mettre une résistance de 4,7 kΩ entre le 5 V et le fil de données. Pour la résistance, nous avons utilisé la **CFR50J4K7**.

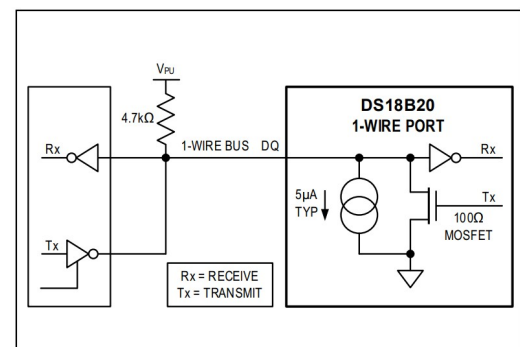


Figure 12. Hardware Configuration

FIGURE 3: SCHÉMA DE CÂBLAGE

1.1.5. DEL

Pour savoir si la commande du relais fonctionne, nous allons mettre une DEL en parallèle du relais. Si la DEL ne s'allume pas, alors que la broche est commandée, cela peut signifier un défaut dans le code de l'ESP 8266. Si la DEL s'allume, mais que le relais ne fonctionne pas, alors le défaut est au niveau de ce dernier.

La DEL doit être limitée en courant. Pour ce faire, nous allons la coupler avec une résistance pour limiter ce courant. On a $V_{DEL} = 1,7 \text{ V}$ et $V_{CC} = 3,3 \text{ V}$ et on sait que le courant maximal fournit

par une broche de l'ESP 8266 vaut $I_{pin}=12mA$. En limitant le courant à $I_{DEL}=2mA$, on trouve $V_{DEL}=I_{DEL}\times R_{DEL}\Leftrightarrow R_{DEL}=\frac{V_{DEL}}{I_{DEL}}=\frac{1,7}{0,002}=800\Omega$. En prenant une valeur dans la série E12, nous avons $R_{DEL}=820\Omega$. J'ai choisi la **CFR50J820R**.

1.1.6. TRANSISTOR BIPOLAIRE NPN EN COMMUTATION

Nous aurions pu brancher directement une sortie du microcontrôleur au relais. Sauf que cela voudrait dire que le courant d'emploi du relais devrait passer par l'ESP 8266. Or, pour ne pas surcharger le microcontrôleur, nous allons utiliser un transistor bipolaire NPN en commutation, qui va nous permettre de séparer le courant du relais et le courant de l'interrupteur.

L'un des transistors bipolaire NPN le plus utilisé est le 2N2222A. Le A signifie qu'il possède un revêtement en métal et non en plastique, ce qui permet une bien meilleure dissipation thermique. Sur le site de Farnell, j'ai trouvé la référence **2N2222A** du fabricant Multicom Pro. Le courant maximal dans le collecteur est de 800 mA, ce qui est bien au-dessus du courant utilisé par le relais. C'est donc un bon choix.

Un transistor en commutation utilise les états suivants :

- Quand l'interrupteur est ouvert, le transistor est bloqué. Alors, $I_C=0$ et $V_{CE}=V_{cc}$.
- Quand l'interrupteur est fermé, le transistor est saturé. Alors, $I_C=\frac{V_{cc}}{R}$ et $V_{CE}\approx 0$.

Diode de roue libre :

L'article nous dit qu'en utilisant un transistor pour commander un élément inductif, il faut nécessairement utiliser une diode de roue libre, en parallèle de la charge inductive. Cela permet, quand le transistor se bloque, de décharger l'énergie contenue dans la bobine et de ne pas détériorer le transistor. Cf : https://www.siloged.fr/cours/electronique/cr_transistor.pdf

Notre transistor commande deux charges. Il est nécessaire de connaître leurs caractéristiques :

- DEL : $I_{DEL}=2mA$
- Relais : $I_K=80mA$

Calcul de I_B :

Selon la fiche technique du transistor 2N2222A, le gain du courant est $100\leq\beta\leq 300$ pour $I_C=150mA$.

On sait que $I_C=\beta I_B$. En prenant une valeur de 200, nous avons $I_B=\frac{I_C}{\beta}=\frac{150}{200}=0,75mA$. Pour avoir le transistor saturé, il faut que $V_{BE}=0,7V$. Le document nous dit qu'il faut prendre une marge d'erreur, en prenant $2I_B$.

Donc, on a $I_B=\frac{V_{CC}-V_{BE}}{R_B}\Leftrightarrow R_B=\frac{V_{CC}-V_{BE}}{I_B}=\frac{3,3-0,7}{0,0015}=1733\Omega$. En prenant dans la série E12, nous avons $R_B=1800\Omega$. J'ai choisi la **CFR50J1K8**.

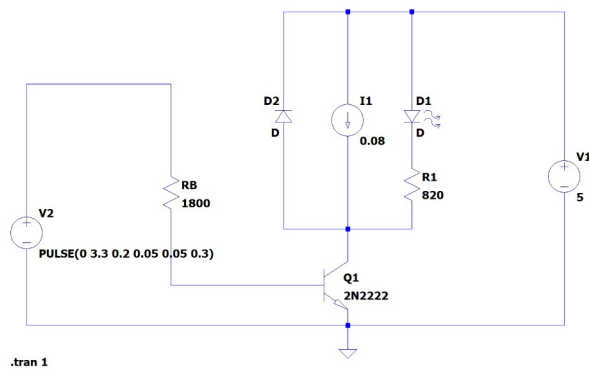


FIGURE 4: SCHÉMA DU CIRCUIT TRANSISTOR EN COMMUTATION

aurions pu mettre une bobine associée à une résistance, mais il est difficile de connaître leur valeur.

Le générateur de tension V2 nous fournit le 3,3 V de l'ESP 8266. Nous avons utilisé la fonction pulse, pour avoir un état bas, puis un état haut.

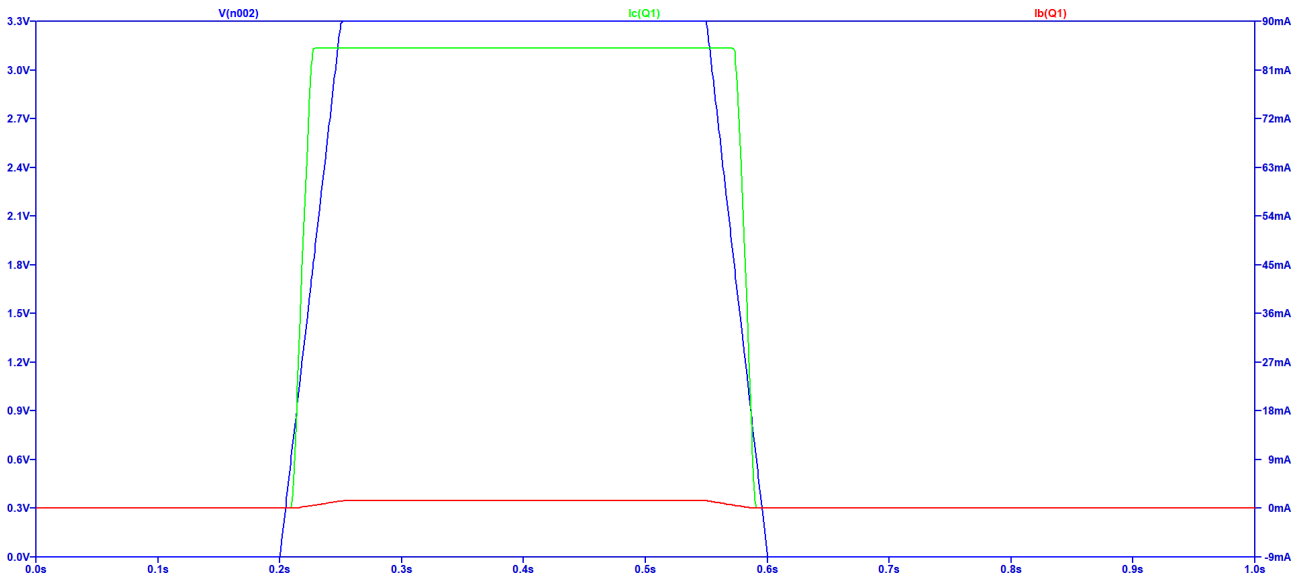


FIGURE 5: COURBES THÉORIQUES DU TRANSISTOR EN COMMUTATION

Nous obtenons alors les courbes ci-dessus. En bleu, nous avons la tension de gâchette de l'ESP 8266. En rouge, nous avons le courant à la base du transistor. Il va de pair avec la tension de gâchette. Ce courant est limité à 1,5 mA, courant que l'ESP 8266 peut supporter sur une broche. Enfin, en vert, nous avons le courant du collecteur, qui comprend le courant de la DEL et du relais. Quand l'ESP 8266 envoie le signal, le relais est alimenté. Quand le microcontrôleur n'envoie plus de signal, le relais n'est plus alimenté et le contact s'ouvre. Donc, notre transistor est bien polarisé.

1.1.7.PROTECTIONS

Pour protéger nos différents circuits, il est nécessaire d'intégrer des fusibles. Nous allons en mettre un en amont de l'alimentation et du relais et un autre en aval de l'alimentation

Fusible en amont :

Le fusible en amont doit pouvoir supporter une tension de 230 Vac et un courant de 16 A.

Après plusieurs recherches, j'ai trouvé le fusible **0215020.MXP** du fabricant Littelfuse. Il supporte une tension maximale de 250 Vac et un courant de 20 A. Il y avait des fusibles de 16 A, mais cela aurait été trop juste pour notre prise. Il vaut mieux prendre la valeur au-dessus. De plus, un fusible est fait pour protéger les équipements contre les surcharges et les courts-circuits. Donc, ce fusible est un bon choix.

Il s'agit d'ailleurs d'un fusible à cartouche, de taille 5 × 20. Pour le monter sur la carte électronique, il faut l'intégrer à un porte fusible. La référence **0031.8201.G** du fabricant Schurter est adaptée. De plus, l'avantage de ce fusible à cartouche est qu'en cas de surcharge de l'utilisateur, celui-ci pourra le remplacer par un autre équivalent.

Fusible en aval :

Pour la protection de la partie électronique, j'ai opté pour un fusible en CMS¹. Contrairement au précédent fusible, l'utilisateur lambda ne pourra le remplacer. Il devra soit remplacer le bloc complet, soit le faire réparer. Le circuit électronique pourra alors être testé, pour vérifier qu'aucun autre composant n'a été endommagé.

Par ailleurs, ces petits fusibles sont conçus pour être déclenchés avec un faible courant, contrairement aux fusibles à cartouche. Étant donné que notre alimentation sort un courant maximal de 400 mA, il faut trouver une valeur de fusible légèrement supérieur. La valeur la plus proche que j'ai trouvée est de 500 mA, ce qui est cohérent avec notre alimentation, même si nous n'allons pas utiliser le courant d'emploi maximal. J'ai trouvé la référence **0437.500WRA**, du même fabricant.

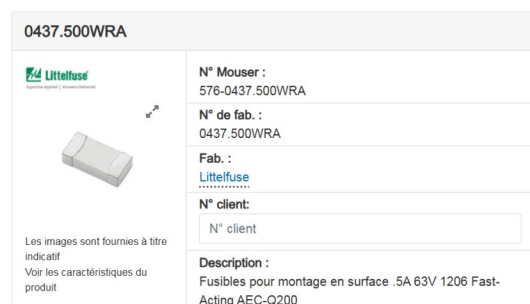


FIGURE 6: 0437.500WRA

1 CMS : Composant Monté en Surface

1.1.8. RÉCAPITULATIF

Nom	Fonction	Fabricant	Référence	Fournisseur	Prix TTC	U utile	I utile
A ₁	Alimentation redressée	Mean Well	IRM-02-5	Mouser	4,39 €	U _{IN} = 230 Vac	30 mA
D ₁	Diode de roue libre	Diotec	1N4148	Mouser	0,09 €	U _{OUT} = 5 Vdc	400 mA
D ₂	DEL	Kingbright	WP5603ZGDL/SD/G	Mouser	0,86 €	-	-
F ₁	Fusible 20 A	Littelfuse	0215020.MXP	Mouser	2,51 €	3,3 Vdc	20 mA
	Porte fusible	Schurter	0031.8201.G	Mouser	1,08 €	230 Vac	20 A
F ₂	Fusible 0,5 A	Littelfuse	0437.500WRA	Mouser	1,27 €	-	-
J ₁	Bornier traversant	Same Sky	TBL008-1000-03BE	Mouser	4,57 €	-	500 mA
J ₂	Bornier traversant	Same Sky	TBL008-1000-03BE	Mouser	4,57 €	U _{max} = 600 V	I _{max} = 66 A
K ₁	Relais 230 V 16 A	Fujitsu	FTR-K1CK005W	Mouser	3,28 €	U _{max} = 600 V	I _{max} = 66 A
						U _{bobine} = 5 Vdc	I _{bobine} = 0,08 A
						U _{contact} = 230 Vac	I _{contact} = 16 A
MC ₁	Micro contrôleur	Adafruit	2821	Adafruit	17,00 €		
R ₁	R _{DEL} 820 Ω	TE Connectivity	CFR50J820R	Mouser	0,09 €	-	-
R ₂	R _{CT} 4,7 kΩ	TE Connectivity	CFR50J4K7	Mouser	0,09 €	-	-
R ₃	R _{BP} 10 kΩ	TE Connectivity	CFR50J10K	Mouser	0,10 €	-	-
R ₄	R _B 1800Ω	TE Connectivity	CFR50J1K8	Mouser	0,09 €	-	-
S ₁	Bouton poussoir	Omron Electronics	B3F-1000	Mouser	0,21 €		
T ₁	Transistor	MULTICOMP Pro	2N2222A	Farnell	1,38 €	U _{BE max} = 5 V	I _{C max} = 0,8 A
U ₁	Capteur température	Analog Device	DS18B20	Farnell	6,45 €	3,3 Vdc	-
				TOTAL	48,01 €		

1.2. SCHÉMA FONCTIONNEL

Pour réaliser le schéma fonctionnel, j'ai utilisé le logiciel KiCad. J'ai renseigné tous les éléments électroniques que nous allons utiliser. Il est également très important de vérifier que les composants ont une empreinte. Cela nous permettra de créer le routage plus facilement, sans se soucier des trous, de la taille du composant... Certains éléments n'avaient pas d'empreinte (ou de footprint) et je les ai donc téléchargées grâce au site Component Search Engine, qui est affilié au site Mouser.

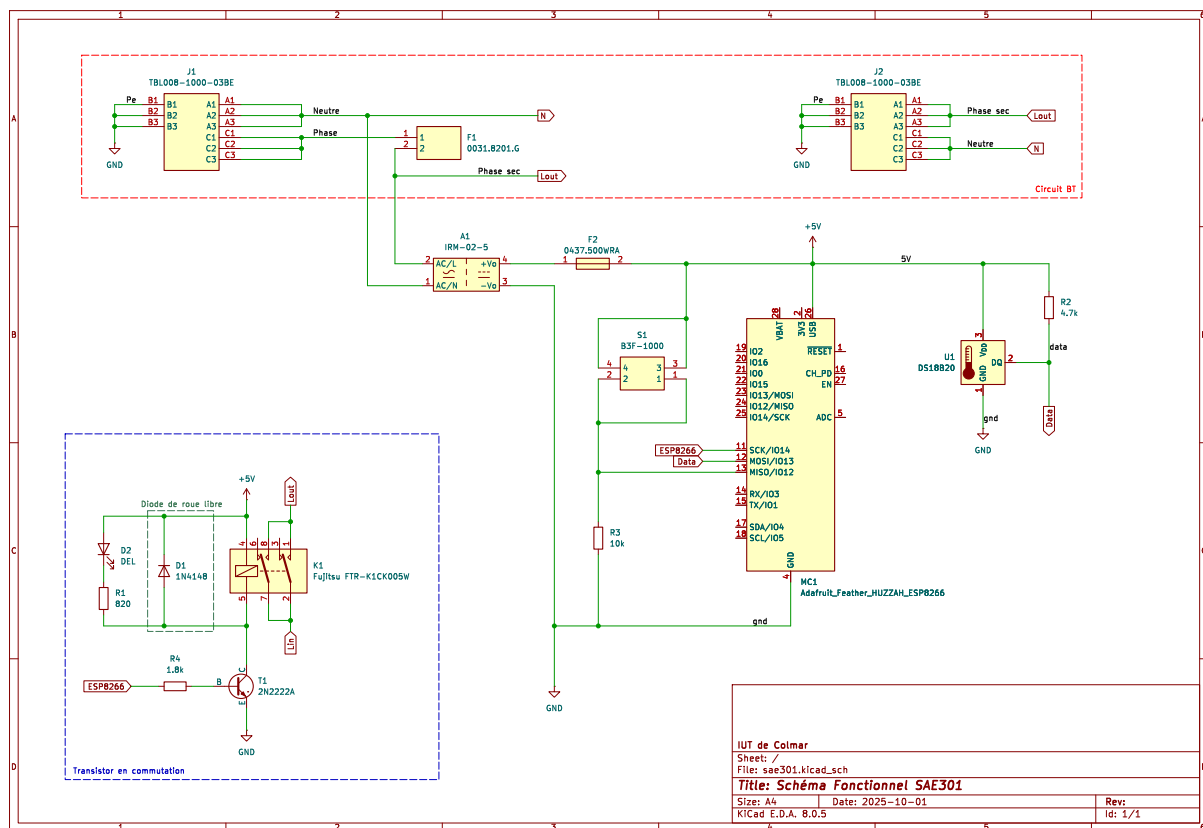


FIGURE 7: SCHÉMA FONCTIONNEL

1.3. ROUTAGE

Pour pouvoir imprimer la carte électronique, il faut nécessairement faire le routage. Celui-ci va être fait avec le logiciel KiCad.

1.3.1. PREMIERS PAS

Après avoir réalisé le schéma fonctionnel, pour passer à l'éditeur de PCB, il faut simplement cliquer sur le bouton vert.

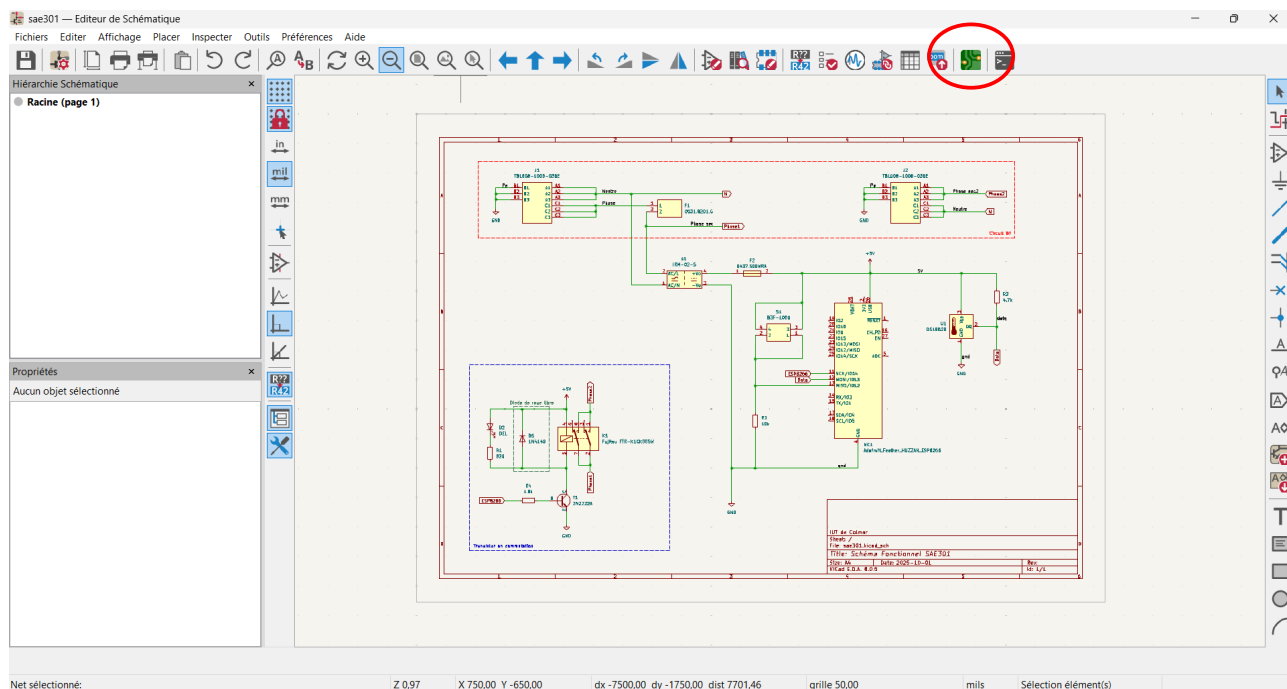


FIGURE 8: PASSER EN ÉDITEUR DE PCB

1.3.2. RÉSULTAT FINAL

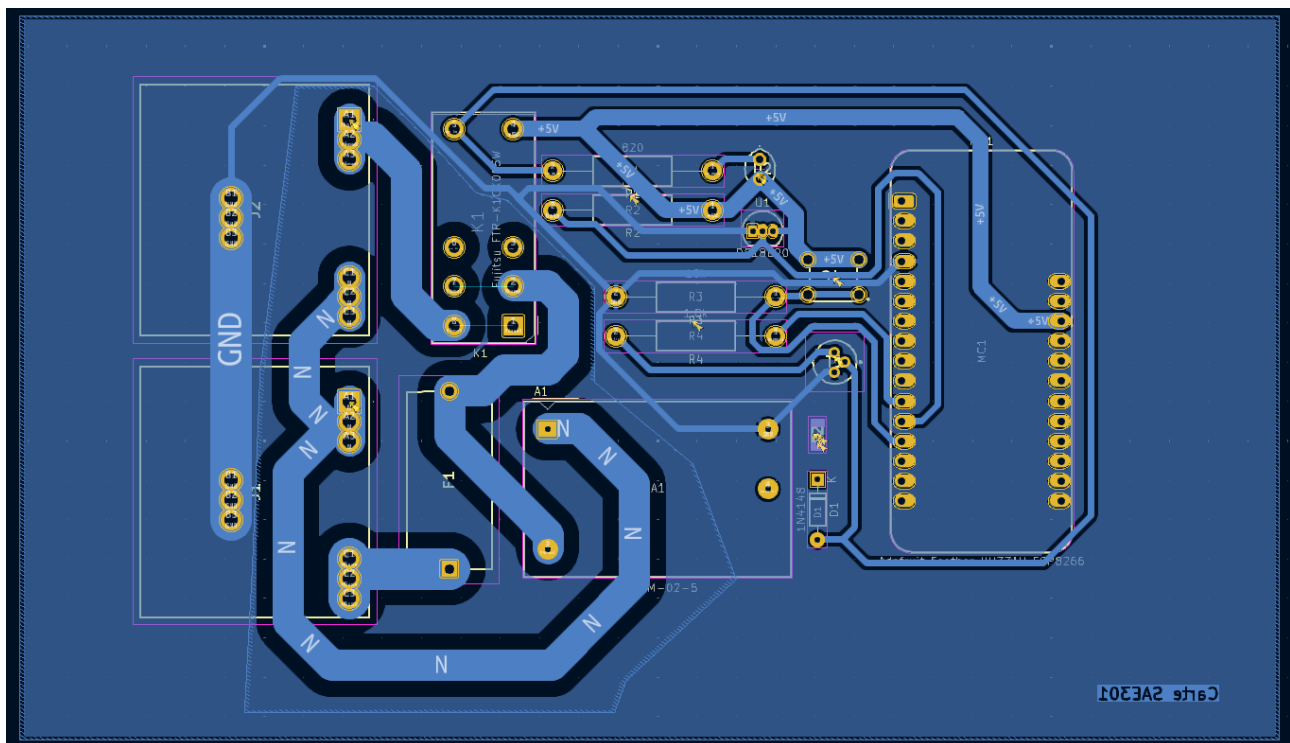


FIGURE 9: ROUTAGE EN BOTTOM

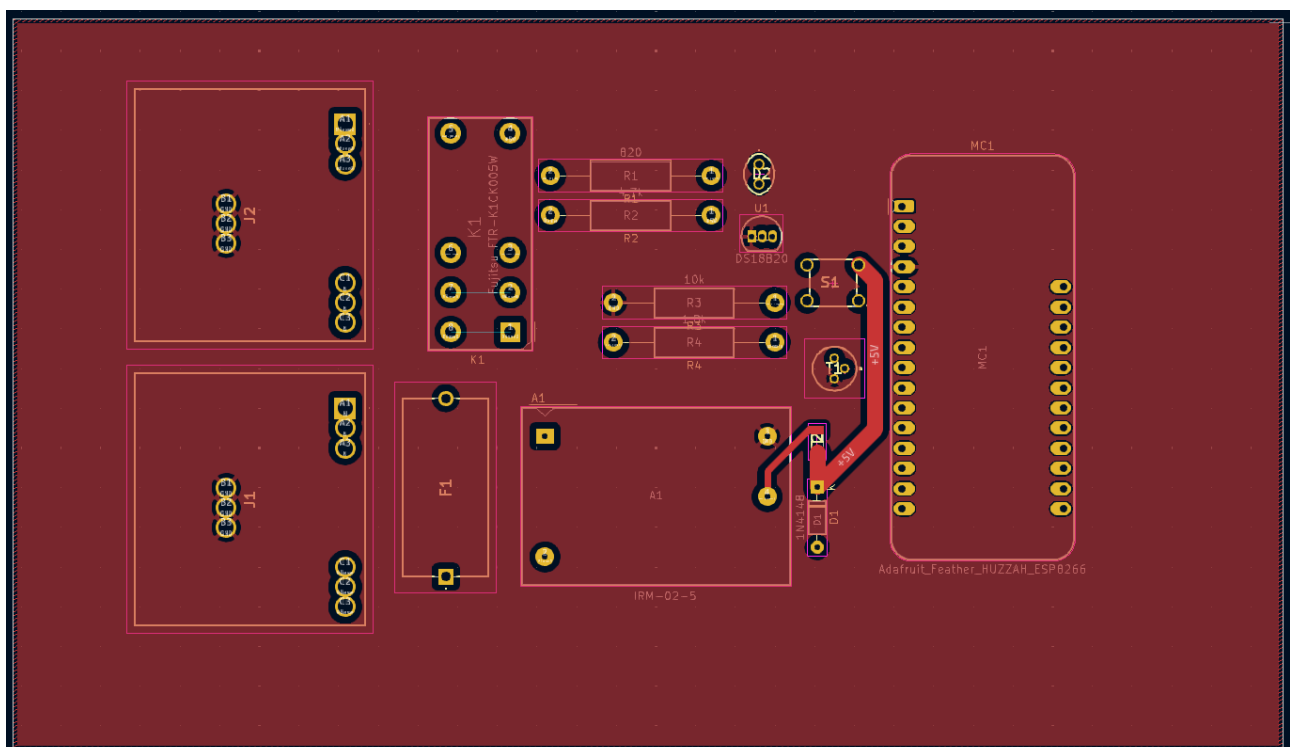


FIGURE 10: ROUTAGE EN TOP

Pour les composants traversant, il est d'usage d'utiliser un routage en bottom, tandis que pour les composants montés en surface (CMS), il faut utiliser un routage en top. J'ai donc dû utiliser aussi un routage en top, car j'avais un fusible CMS.

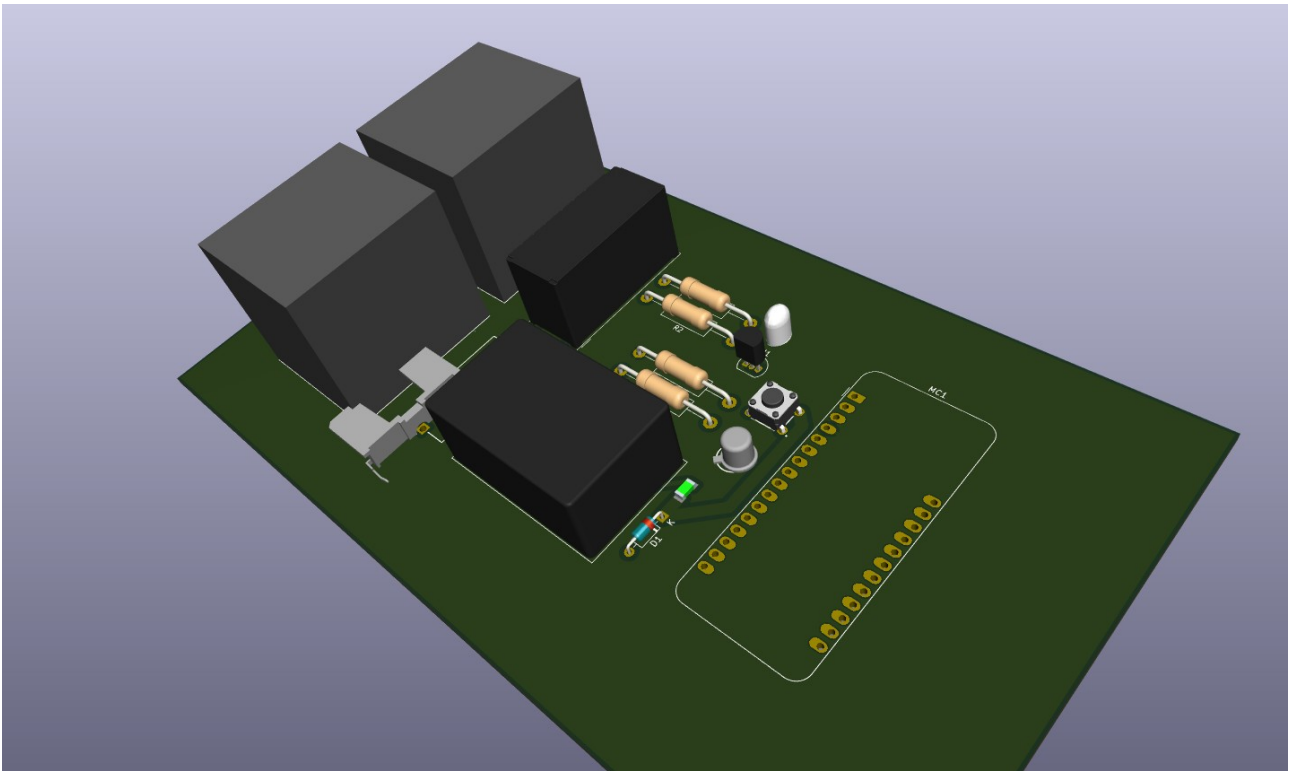


FIGURE 11: CARTE EN 3D

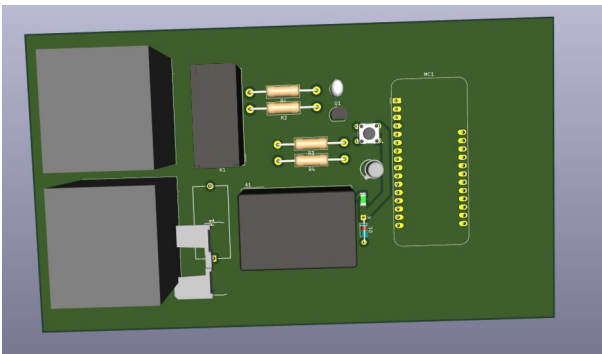


FIGURE 12: VUE DU DESSUS

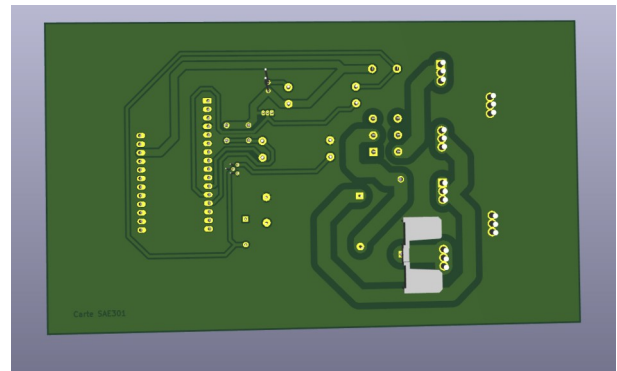


FIGURE 13: VUE DU DESSOUS

2. LOGICIELS

2.1. LTSPICE

2.1.1. PRÉSENTATION

LTSpice est un freeware de CAD, qui permet de concevoir des circuits électroniques et de tester la réponse des divers éléments avec une simulation.

Il va nous permettre de simuler le comportement du transistor, sans l'abîmer réellement.

2.1.2. INSTALLATION

Après avoir téléchargé l'exécutable, vous pouvez le démarrer. Vous pouvez cliquer sur « next » à chacune des pages.

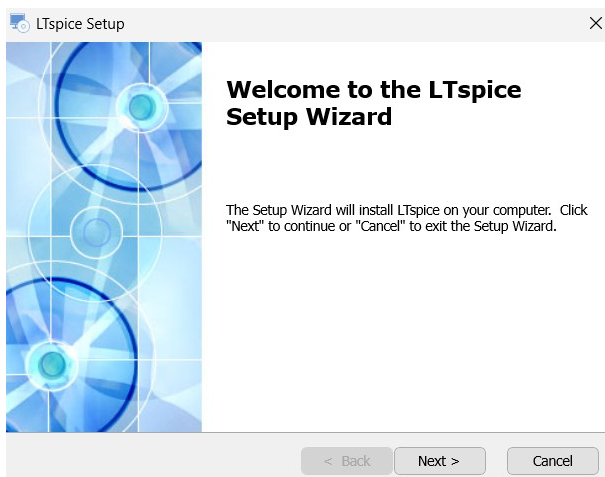


FIGURE 14: ACCUEIL INSTALLEUR

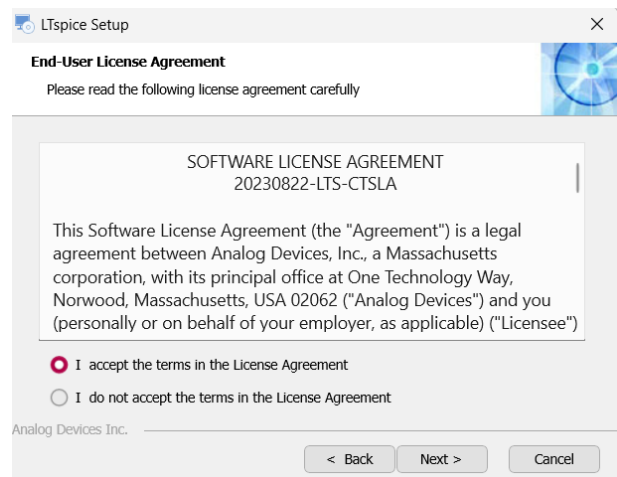


FIGURE 15: LICENCE LTSPICE

Pour le choix du type d'installation, il est recommandé de ne l'installer que pour soi, surtout si vous êtes le seul à utiliser le logiciel sur votre ordinateur. Sinon, il est possible de l'installer pour tout le monde.

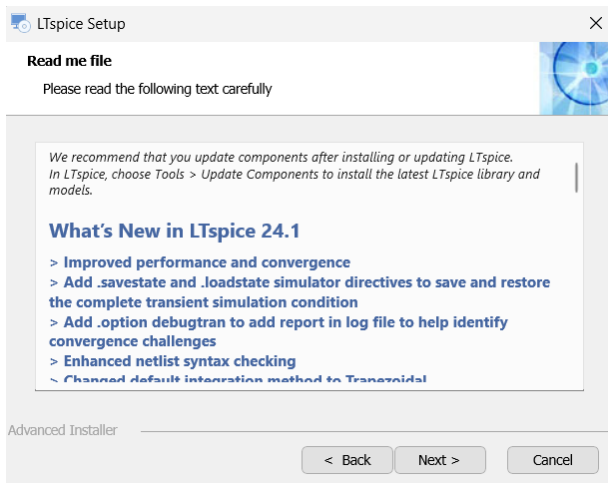


FIGURE 16: NOUVEAUTÉ LTSPICE

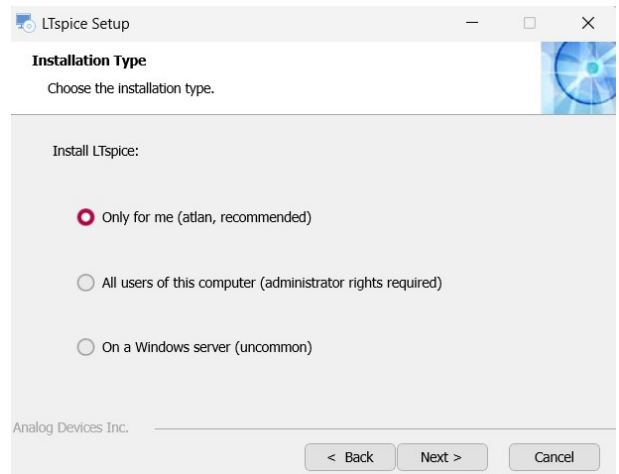


FIGURE 17: CHOIX DU TYPE D'INSTALLATION

Choisissez dans quel répertoire vous allez installer le logiciel. Vous pouvez alors installer ledit logiciel en cliquant sur « install ».

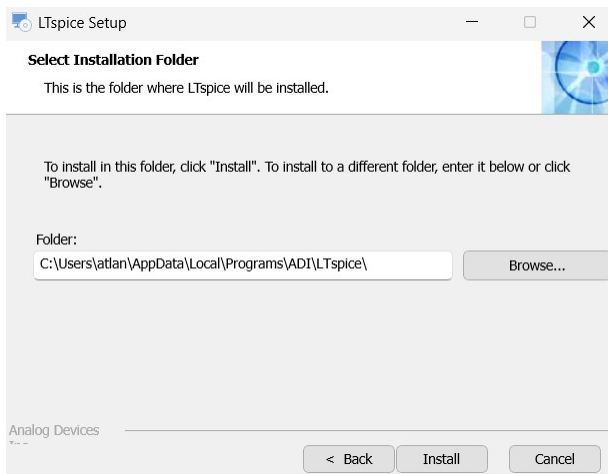


FIGURE 18: FICHIER D'INSTALLATION

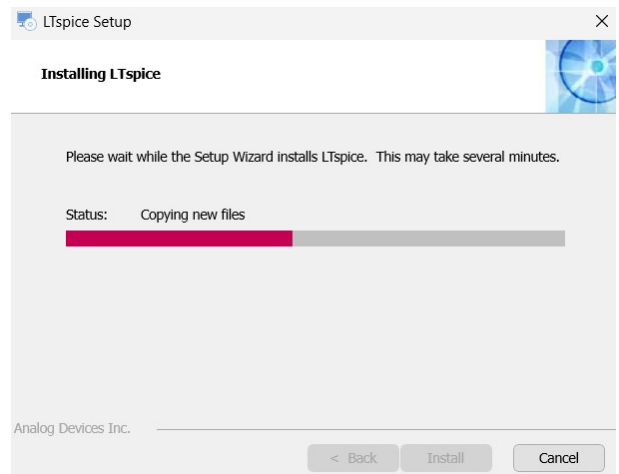


FIGURE 19: INSTALLATION

Quand le logiciel a fini de s'installer, vous pouvez cliquer sur « finish ». Par défaut, la case de lancement de l'application n'est pas cochée, mais si vous voulez utiliser le logiciel de suite, vous pouvez la cocher.

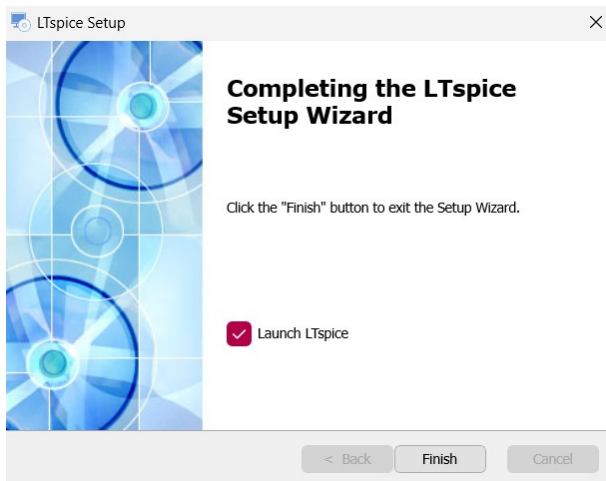


FIGURE 20: FIN D'INSTALLATION

2.2. KICAD

2.2.1. PRÉSENTATION

KiCad est un logiciel libre, spécialisé dans la conception de circuits imprimés. Il intègre des fonctions de calculs (calcul de largeur de piste, de courant de fusion, d'espacement électrique...), d'éditeur d'empreintes, de visionneur de fichiers gerber, de conversion d'image bitmap... C'est des logiciels les plus complets et les plus simples de prise en main.

Index des figures

Figure 1: Schéma FTR-K1CK005W.....	4
Figure 2: B3F-1000.....	4
Figure 3: Schéma de câblage.....	4
Figure 4: Schéma du circuit transistor en commutation.....	6
Figure 5: Courbes théoriques du transistor en commutation.....	6
Figure 6: 0437.500WRA.....	7
Figure 7: Schéma fonctionnel.....	9
Figure 8: Passer en éditeur de PCB.....	10
Figure 9: Routage en bottom.....	11
Figure 10: Routage en top.....	11
Figure 11: Carte en 3D.....	12
Figure 12: Vue du dessus.....	12
Figure 13: Vue du dessous.....	12
Figure 14: Accueil Installateur.....	13
Figure 15: Licence LTSpice.....	13
Figure 16: Nouveauté LTSpice.....	14
Figure 17: Choix du type d'installation.....	14
Figure 18: Fichier d'installation.....	14
Figure 19: Installation.....	14
Figure 20: Fin d'installation.....	15