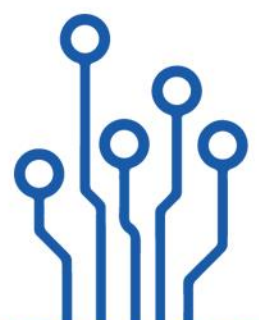




SAÉ 1

Variateur de lumière sans contact

PROCEDURE DE TEST



MICHAËL BOTTIN – IUT DE RENNES – DPT GEII



UN PEU DE THÉORIE AVANT LES MESURES :



Cette SAÉ a pour objectif de travailler votre compétence VÉRIFIER.

Pour cela, vous allez tester et vérifier le fonctionnement de votre carte via une procédure de test un peu plus loin.

Est-ce que vous savez exactement comment fonctionne le schéma électronique de la carte, pourquoi on a mis telle valeur de résistance à cet endroit ou pourquoi on a mis une inductance à cet autre endroit ? Votre réponse est certainement non.

Et ce n'est pas ce que l'on vous demande à ce stade de votre formation.

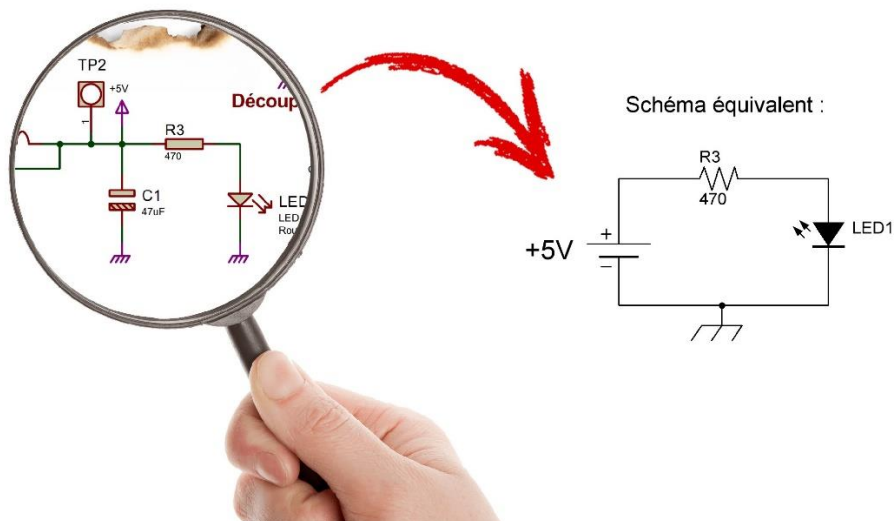
Mais progressivement, on va ajouter la compétence CONCEVOIR et à terme vous saurez répondre à ce genre de questions.

Aussi, pour vous y préparer tranquillement, on vous propose tout de même de répondre à quelques petites questions théoriques ne concernant que les LED du schéma. Prenez un peu de temps pour y répondre. Vous les intégrerez dans votre compte-rendu écrit à la fin de cette SAÉ.

1. Etude de la LED témoin d'alimentation (LED1) :

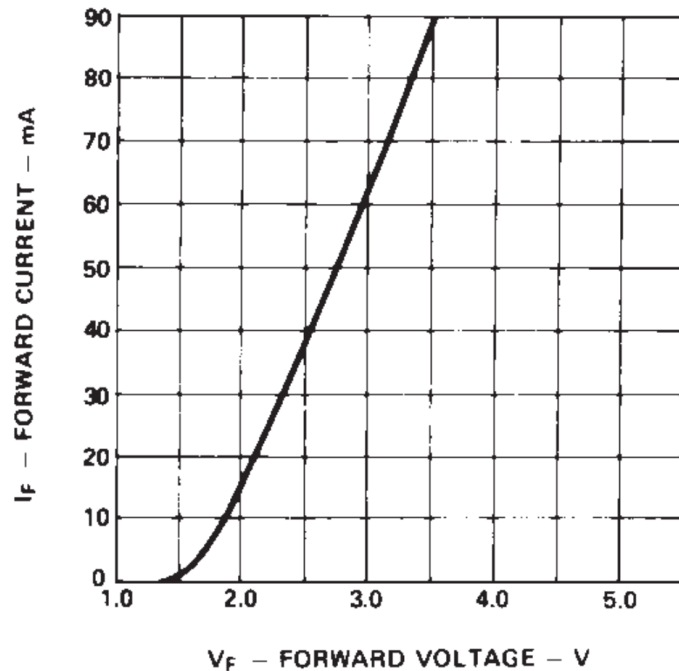
Pour cette première question, nous allons comprendre pourquoi cette LED a besoin d'une résistance en série ($R3$ de 470Ω) pour fonctionner correctement.

Voici le schéma de cette petite partie du montage :



- Reproduisez ce schéma et indiquez le sens de circulation du courant que vous appellerez I_{LED_Alim}
- En appelant V_{R3} la tension aux bornes de $R3$ et V_{LED1} la tension aux bornes de la LED, écrivez l'équation de la maille de ce schéma. Attention à bien respecter la convention 'récepteur' sur ces deux composants pour fixer le sens des tensions.

- c. Exprimez V_{R3} en fonction de R_3 et de I_{LED_Alim} puis isolez la résistance R_3 dans votre équation.
- d. Pour déterminer la valeur de R_3 , il faut que l'on connaisse la valeur du courant I_{LED_Alim} qui parcourt la maille (et donc la LED1) et la valeur de la tension V_{LED1} . La relation courant-tension d'une LED ne s'exprime pas par une relation mathématique simple. On va donc utiliser la documentation constructeur de la LED pour déterminer ces valeurs grâce à la caractéristique $I(V)$ graphique fournie.



- i. Déterminer l'équation de la droite asymptotique $I_F(V_F)$ de cette courbe.
- ii. La luminosité nominale de cette LED est donnée à 10mA, mais on peut se permettre de diminuer un peu ce courant. En prenant un courant de 7mA, on conserve une luminosité correcte tout en réduisant la consommation de notre carte. Sachant qu' I_F correspond à I_{LED_Alim} et que V_F correspond à V_{LED1} , déterminez la valeur de V_{LED1} correspondant à un courant I_{LED_Alim} de 7mA.
- iii. Déduisez-en la valeur de la résistance R_3 nécessaire.
- iv. Pourquoi cette valeur n'est pas exactement celle du schéma ?
- v. Déterminez la valeur du courant I_F si la tension V_F était de 5V.
- vi. En étudiant les valeurs maximales à ne pas dépasser de la documentation (HER : High Efficiency Red), expliquez pourquoi l'on ne peut pas brancher la LED directement sur l'alimentation +5V sans utiliser de résistance en série.

Absolute Maximum Ratings at $T_A = 25^\circ\text{C}$

Parameter	HER/Orange	Yellow	Green/ Emerald Green	Units
Peak Forward Current	90	60	90	mA
Average Forward Current ^[1]	25	20	25	mA
DC Current ^[2]	30	20	30	mA
Power Dissipation ^[3]	135	85	135	mW
Reverse Voltage ($I_R = 100 \mu\text{A}$)	5	5	5	V
Transient Forward Current ^[4] (10 μsec Pulse)	500	500	500	mA
LED Junction Temperature	110	110	110	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature Range	-40 to +100	-40 to +100	-20 to +100	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	-40 to +100	-40 to +100	-40 to +100	$^\circ\text{C}$

2. Réflexion sur les LED associées aux détecteurs infrarouges (LED2/LED3) :

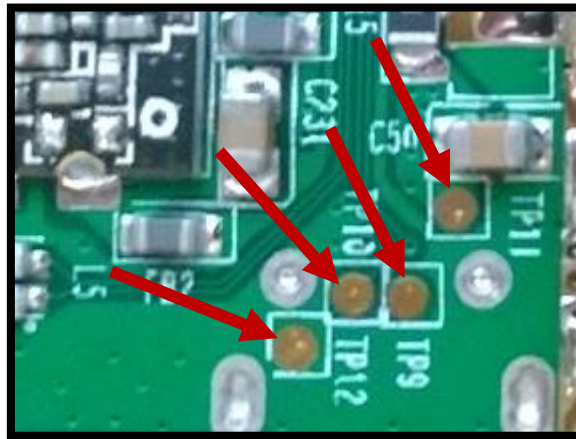
- a. Qu'est-ce qui distingue fondamentalement les LED2 et LED3 de la LED1 ?
- b. Ces diodes électroluminescentes LED2 et LED3 ont, elles aussi, des résistances en série. La tension appliquée à la maille 'résistance+LED' sera également voisine de 5V comme pour la LED1. Pourtant les valeurs des résistances R_9 et R_{10} sont différentes de la valeur de R_3 . En consultant les informations fournies à la page https://www.phidgets.com/docs/LED_Guide , expliquez pourquoi leur valeur est plus faible.
- c. Déduisez des valeurs de résistance R_9/R_{10} et de la fourchette sur la valeur de la tension aux bornes des LED, l'intervalle de la valeur du courant traversant les LED2 et LED3.

QU'EST-CE QU'UNE PROCÉDURE DE TEST :



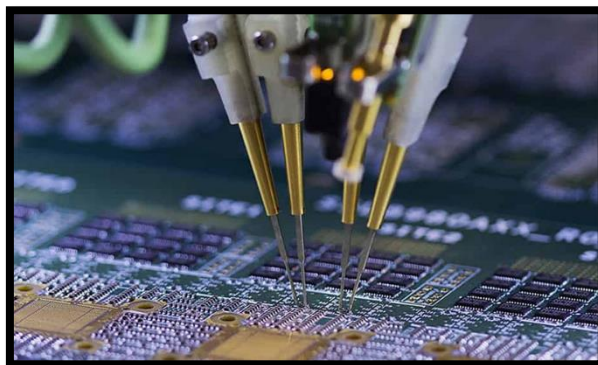
Vous allez appliquer ici une procédure de test sur la carte que vous venez de fabriquer. Durant cette phase, il s'agit d'effectuer différents tests destinés à valider le fonctionnement complet du prototype de votre contrôleur de LED.

Vous commencerez par des tests visuels puis vous ferez un test fonctionnel de votre carte à travers différentes mesures aux niveaux des points tests.



En effet, lors de la création de votre circuit imprimé, vous avez inséré à plusieurs endroits sur votre carte des points tests. Ces derniers permettent de tester des fonctions de la carte sans la perturber.

Les points de test dans les circuits imprimés sont largement utilisés dans les environnements industriels où l'on utilise des machines de mesure automatiques pour tester et vérifier le fonctionnement de la carte.

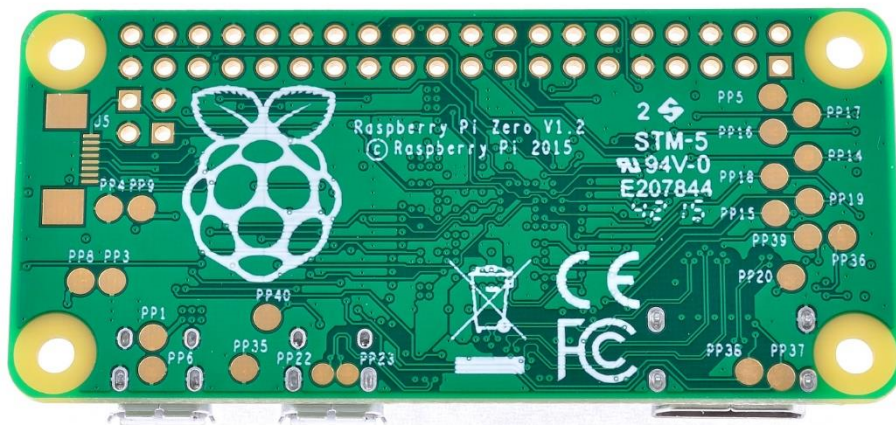


Pourquoi utiliser des points de test dans les PCB ?

Lorsque vous achetez appareil électronique, vous souhaitez qu'il fonctionne dès que vous le mettez en marche. Or, lorsque l'on fabrique un circuit imprimé, même si le procédé est fiable, le risque zéro n'existe pas. Il est donc nécessaire de tester les cartes après leur fabrication, que ce soit pour un prototype ou pour une grande série.

Les points test vous permettent de mesurer des signaux (voire d'injecter des signaux) sur des connexions internes à la carte. Vous pouvez donc contrôler que l'ensemble de la carte répond aux contraintes du cahier des charges pour assurer un fonctionnement global systématique.

Cette méthode, si elle n'est pas la seule, permet de vérifier de manière rapide et efficace un circuit imprimé sans le perturber durant sa mise sous tension.



Exemple des points de test de la Raspberry Pi Zero

Remarque : dans notre cas, nous allons effectuer les mesures manuellement grâce à un oscilloscope et/ou un multimètre. Pour simplifier la mise en œuvre de ces mesures, nos points tests sont traversants et équipés d'une broche afin de pouvoir y agripper une sonde de mesure.

PROCEDURE DE TEST : CONTROLE VISUEL

La première étape de vérification d'une carte électronique soudée passe par un contrôle visuel.

Les personnels de câblage, de contrôle qualité de cartes électroniques ou encore les techniciens de test et méthodes utilisent cette compétence tous les jours dans leur métier.

Certains contrôles visuels peuvent se faire également avec l'aide de caméras ou encore se faire de façon totalement automatique avec des caméras.

De nombreuses pannes ou risques de panne peuvent déjà être détectés par une observation minutieuse de la carte. Pour cela, une méthode très utilisée dans l'industrie est la méthode **PPVS (Presence, Polarity, Value and Solder)**.

On vérifie pour un maximum de composants sur le circuit imprimé :

- Leur présence
- Leur polarité / leur sens
- Leur valeur
- Leur soudure

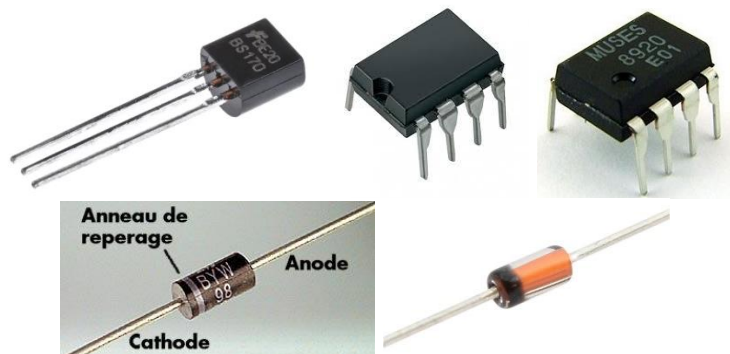
C'est notamment cette méthode que vous allez également utiliser pour inspecter votre propre carte. Sur la page suivante figure un tableau que vous allez devoir remplir.

L'idée est de rester le plus objectif possible. Vous êtes dans la phase de démarrage d'un long processus de formation. Il est donc logique et normal que la réalisation de votre prototype ne soit pas parfaite. Vous remplirez la fiche de contrôle le plus honnêtement possible dans le but de relever les points à améliorer une prochaine fois, mais peut-être aussi de déceler des risques de panne.

Si vous détectez déjà des erreurs durant cette phase, prenez-en note et vous les corrigerez un peu plus tard.

La fiche de contrôle visuel contient un certain nombre de points à vérifier. Voici quelques informations complémentaires pour vous aider à compléter cette fiche :

- **Est-ce que les composants sont tous présents sur la carte ?**
⇒ Il s'agit ici de vérifier grâce au schéma d'implantation qu'aucun composant n'a été oublié.
- **Est-ce que les composants sont tous dans le bon sens ?**
⇒ En électronique, beaucoup de composants ont un sens. S'ils ne sont pas soudés dans le bon sens, ils ne fonctionneront pas, voire ils seront détruits ou détruiront des composants avec lesquels ils partagent des liaisons électriques. Il est donc important de vérifier visuellement le sens avec l'aide du schéma d'implantation.
Suivant le composant, c'est la forme du boîtier ou une indication sur celui-ci (encoche, poinçon, marquage...) qui permet d'identifier le sens du composant.



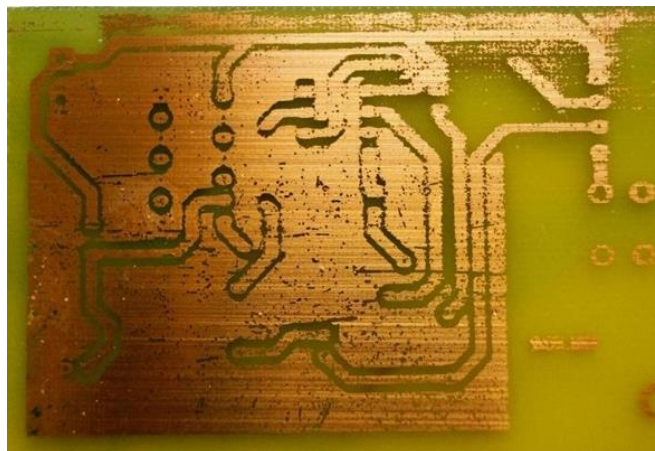
Quelques exemples de boîtiers « marqués »

- **Est-ce que les références et les valeurs des composants sont correctes ?**
 ⇒ Pour identifier des composants qui ont un boîtier identique, les constructeurs utilisent un marquage sur leurs composants. Soit il s'agit d'un code couleur comme pour les résistances soit d'un code d'identification. C'est également ce code qui est utilisé dans Proteus. Il sera donc facile de contrôler les différents composants en vous aidant de la nomenclature et du schéma d'implantation de la carte.
- **Respect des dimensions de la carte vis-à-vis du cahier des charges**
 ⇒ Toute carte électronique est conçue pour être intégrée dans un boîtier. Des contraintes de dimensions (souvent $L \times I \times H$) sont donc imposées pour que cette intégration puisse se faire. Il convient donc de s'assurer que les dimensions de la carte respectent ces contraintes (imposées dans notre cas dans la partie CAO).

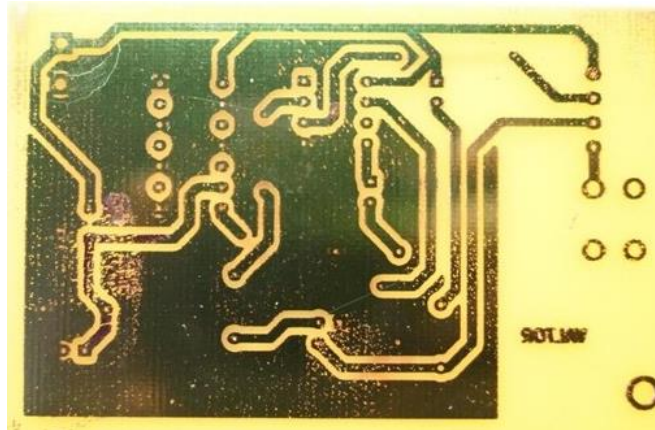


Cas d'une souris d'ordinateur

- **Qualité du circuit imprimé**
 ⇒ Un circuit imprimé tout juste sorti de sa phase de fabrication peut présenter des défauts. Si cela est possible lors de l'utilisation de procédés industriels, c'est encore plus probable lors d'une fabrication plus « artisanale » comme ici à l'IUT. Des pistes peuvent être coupées ou rongées, un plan de masse peut être « poreux », une sous-gravure peut engendrer des courts-circuits... Il est nécessaire de consigner ces défauts lors d'un contrôle visuel.



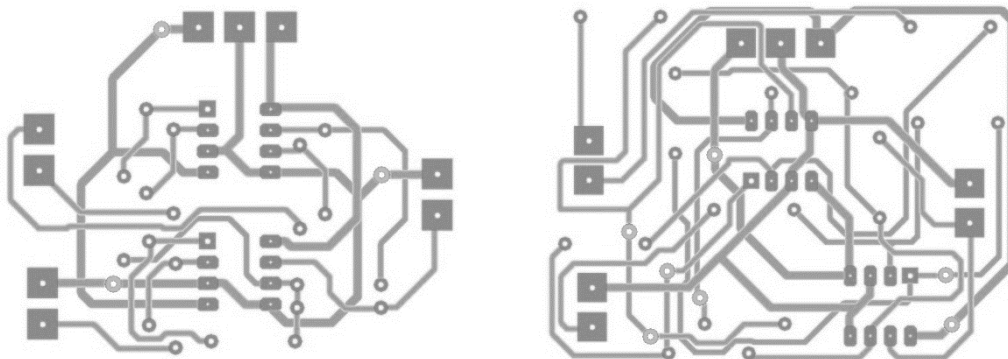
Exemple de circuit imprimé avec un plan de masse « poreux », des pistes coupées et une sous-gravure engendrant des courts-circuits.



Un autre exemple de circuit imprimé présentant les mêmes types de défaut mais de moins grande ampleur.

- **Optimisation du placement des composants et du routage**

⇒ Lors de la conception du circuit imprimé en CAO, le placement des composants est une phase primordiale. Un mauvais placement des composants engendre un nombre de vias excessif, des longueurs de pistes excessives, des perturbations électriques dans le montage, un manque d'ergonomie... Vous devez observer le routage de votre carte et évaluer sa qualité.



Ci-dessus deux routages différents à partir du même schéma. Il est indiscutable que le placement des composants sur le routage de gauche a été davantage réfléchi et optimisé.

- **Positionnement des composants**

⇒ Lors de la phase de soudure de la carte, certains composants peuvent se retrouver soudés dans des positions qui peuvent engendrer par la suite des pannes de fonctionnement. Il est nécessaire d'identifier ces composants afin de pouvoir corriger ces défauts par la suite.



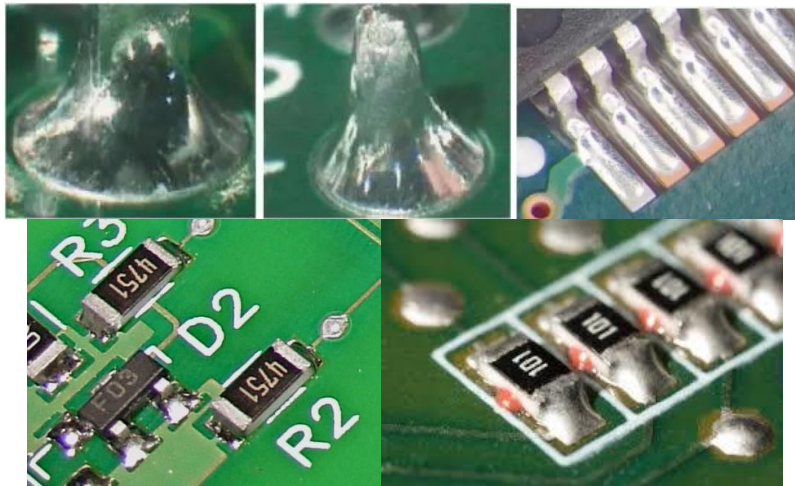
Exemples de résistances mal positionnées : en biais ou en l'air



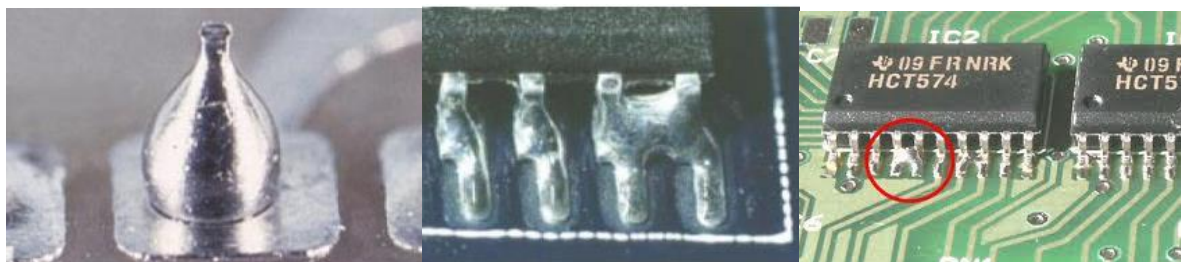
Exemples de composants mal positionnés : un transistor « sur le dos », une résistance sur la tranche, un circuit intégré non aligné sur les pastilles du circuit imprimé

- **Qualité des soudures et des vias**

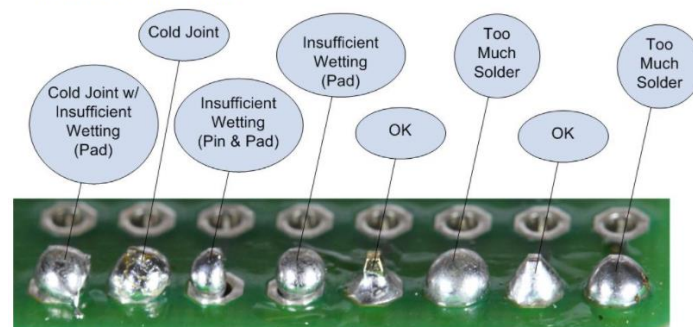
⇒ Les pannes les plus récurrentes dans une carte électronique proviennent le plus souvent de mauvaises soudures. Là aussi un contrôle visuel vous aidera à les identifier et à vous améliorer pour la suite le cas échéant.




Exemples de bonnes soudures



Frequent soldering problems:



Exemples de mauvaises soudures (pas assez de soudure, soudure froide, court-circuit...)

SAÉ n°1 – S1 Variateur de lumière sans contact		CONTRÔLE VISUEL DE LA CARTE			Groupe : Date :			
Norms des étudiants qui ont fabriqué la carte :								
Norms des étudiants qui effectuent le contrôle visuel :								
	OUI	NON		Vérifié ?				
Est-ce que les composants sont tous présents sur la carte ?				<input type="checkbox"/>				
Est-ce que les composants sont tous dans le bon sens ?				<input type="checkbox"/>				
Est-ce que les références et les valeurs des composants sont correctes ?				<input type="checkbox"/>				
(Pour les cas médiocre et critique, vous joindrez au document une photo de l'élément contrôlé)	CRITIQUE	MÉDIOCRE	CORRECT	BON	Vérifié ?			
Respect des dimensions de la carte vis-à-vis du cahier des charges					<input type="checkbox"/>			
Qualité du circuit imprimé					<input type="checkbox"/>			
Optimisation du placement des composants et du routage					<input type="checkbox"/>			
Positionnement des composants					<input type="checkbox"/>			
Qualité des soudures et des vias					<input type="checkbox"/>			

Echangez votre carte avec celle d'un autre binôme et remplissez ce document (également disponible sous Moodle en version éditable) conformément aux indications qui vous ont été fournies dans les précédentes pages

PROCEDURE DE TEST : APPAREILS DE MESURE A UTILISER

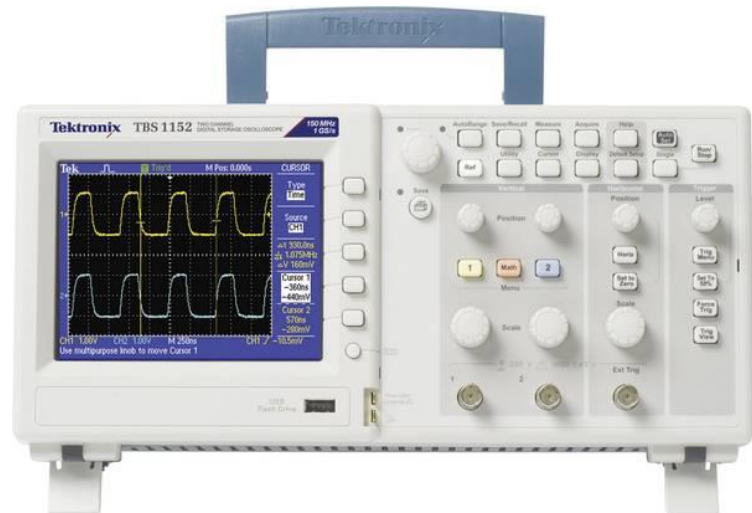


Alimentation stabilisée de laboratoire
ELC AL 936

- Tension continue DC
- 3 voies à affichage numérique :
 - 2 voies 30V/2,5A
 - 1 voie 15V/1A
- Fonctionnement parallèle/série

Oscilloscope Tektronix **TBS1062**

- Oscilloscope numérique couleurs
- 2 voies à 60MHz
- 1 Gs/s
- Mémoire 2,5 ko
- 16 mesures automatiques



Multimètre numérique Tektronix **DMM912**

- Affichage numérique
- Mesures : tension, courant, résistance, condensateur, diode, température, fréquence
- Tension jusqu'à 1000V DC / 750V AC – précision 0,2%
- Courant jusqu'à 10A – précision 0,5%
- Résistance jusqu'à 40M Ω - précision 0,5%
- Fréquence jusqu'à 2MHz – précision 0,15%
- Capacité de 4nF à 40mF – précision 1% à 3%
- Test de diode 3V/0,6mA

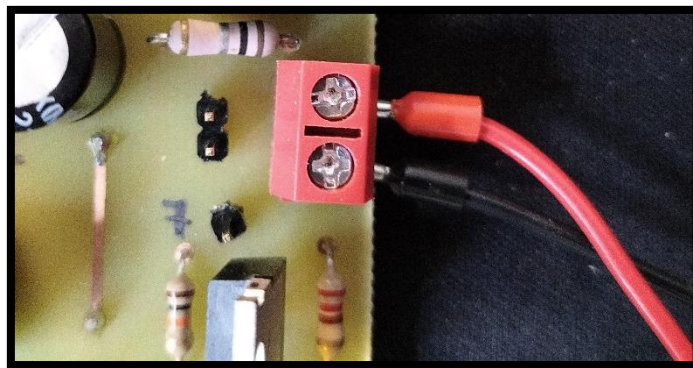
PROCEDURE DE TEST : MESURES

Pour la suite, veuillez récupérer votre propre carte pour effectuer vos mesures. Veuillez à bien remplir la procédure de test qui va suivre (pages 11-13 – disponible sur Moodle en version éditable) car elle vous sera réclamée pour votre compte-rendu.

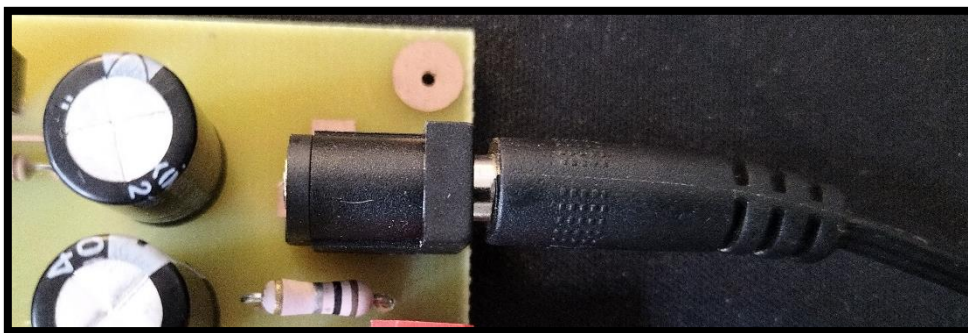
Maintenant que le contrôle visuel de la carte est terminé, vous allez pouvoir effectuer l'ensemble des tests demandés pour valider le fonctionnement global de la carte.

Pour cela, vous devez tout d'abord :

- Connecter l'ampoule à LED à la carte en respectant bien le sens des connexions (pas forcément identique à la figure ci-dessous. Vérifier sur votre routage pour en être sûr) !



- Mettre la carte sous tension à l'aide de l'alimentation de laboratoire AL936 (réglée sur **12V** !) et du câble jack DC :

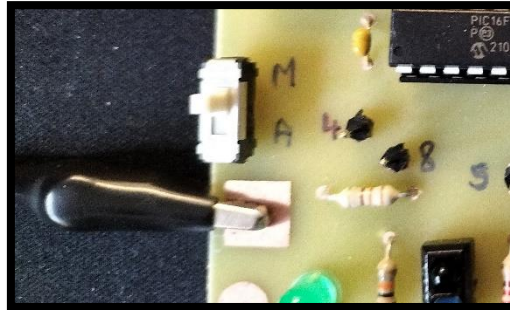


Pour rappel, voici le descriptif de l'ensemble des points test tels qu'ils sont numérotés sur le schéma original :

- **TP1** : tension d'entrée du régulateur de tension – alimentation 12V
- **TP2** : tension de sortie du régulateur de tension – alimentation 5V
- **TP3** : tension du capteur de lumière
- **TP4** : état du sélecteur de MODE
- **TP5** : état de la commande 'PLUS'
- **TP6** : état de la commande 'MOINS'
- **TP7** : commande PWM du transistor MOSFET gérant la luminosité de la lampe
- **TP8** : état de la LED 'PLUS'
- **TP9** : état de la LED 'MOINS'
- **TP10-TP11** : potentiels aux bornes de la lampe

Veillez à écrire au marqueur le numéro de chaque point de mesure au niveau de chacune des broches sur le côté 'top' de votre carte. Cela permettra des mesures plus efficaces.

Toutes les mesures à l'oscilloscope doivent se faire avec le câble de masse de la sonde d'oscilloscope connecté au point de masse prévu à cet effet sur votre carte (J1) :



Les pages suivantes correspondent à la procédure de test que vous devez suivre pour valider le fonctionnement de votre carte. Cette procédure doit être intégralement complétée et elle devra être intégrée dans votre compte-rendu.

<h1 style="text-align: center; margin: 0;">PROCÉDURE DE TEST DU VARIATEUR DE LUMIERE</h1>		
Date : / /	Noms des étudiants :	Groupe : ...
POINTS TEST	MESURE(S) A EFFECTUER	VALIDÉ ?
TP1 (entrée du régulateur LM2576-5G)	L'interrupteur ' SW1 ' fonctionne correctement : il coupe l'alimentation du variateur de lumière	<input type="checkbox"/>
	La LED témoin d'alimentation s'allume-t-elle correctement lorsque vous mettez la carte électronique du variateur de lumière sans contact sous tension ?	<input type="checkbox"/>
	Appareil de mesure à utiliser : OSCILLOSCOPE	
	<ul style="list-style-type: none"> Mesurer la valeur moyenne de la tension : couplage DC <ul style="list-style-type: none"> Valeur = V Est-elle comprise entre 11,8V et 12,4V ? Mesurer l'ondulation de cette tension : couplage AC <ul style="list-style-type: none"> Valeur = mV Est-elle inférieure à 350mV ? <div align="center"> </div>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TP2 (sortie du régulateur LM2576-5G)	Appareil de mesure à utiliser : OSCILLOSCOPE	
	<ul style="list-style-type: none"> Mesurer la valeur moyenne de la tension : couplage DC <ul style="list-style-type: none"> Valeur = V Quelle est la plage de tension de sortie du régulateur LM2576 (version fixe 5V) garantie par le constructeur du composant (page 3 de la documentation Micrel) ? [min=.....V ; max=.....V] La tension mesurée est-elle dans cette plage ? Mesurer l'ondulation de cette tension : couplage AC <ul style="list-style-type: none"> Valeur = mV Quelle est la valeur maximale garantie par le constructeur pour une tension d'entrée de 12V (graphe 'Line regulation' page 6 de la documentation Micrel – la valeur en mV lue sur le graphe est à multiplier par 10 car elle est normalisée) ? mV La valeur mesurée est-elle conforme à la documentation ? <div align="center"> </div>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

<div>TP4</div> <div>(sortie du commutateur de mode)</div>	<div>Appareil de mesure à utiliser : MULTIMÈTRE OU OSCILLOSCOPE</div> <div><ul style="list-style-type: none">Mesurer la valeur moyenne de la tension : couplage DC<ul style="list-style-type: none">Valeur en mode 'AUTOMATIQUE' =VValeur en mode 'MANUEL' =V</div> <div><table><tr><th colspan="8">Standard Operating Conditions (unless otherwise stated)</th></tr><tr><th>Param. No.</th><th>Sym.</th><th>Device Characteristics</th><th>Min.</th><th>Typ.†</th><th>Max.</th><th>Units</th><th>Conditions</th></tr><tr><td colspan="8">Input Low Voltage</td></tr><tr><td></td><td>V_{IL}</td><td>I/O PORT:</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D300</td><td></td><td>• with TTL buffer</td><td>—</td><td>—</td><td>0.8</td><td>V</td><td>4.5V≤V_{DD}≤5.5V</td></tr><tr><td>D301</td><td></td><td></td><td>—</td><td>—</td><td>0.15 V_{DD}</td><td>V</td><td>1.8V≤V_{DD}≤4.5V</td></tr><tr><td colspan="8">Input High Voltage</td></tr><tr><td></td><td>V_{IH}</td><td>I/O PORT:</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>D320</td><td></td><td>• with TTL buffer</td><td>2.0</td><td>—</td><td>—</td><td>V</td><td>4.5V≤V_{DD}≤5.5V</td></tr><tr><td>D321</td><td></td><td></td><td>0.25 V_{DD}+0.8</td><td>—</td><td>—</td><td>V</td><td>1.8V≤V_{DD}≤4.5V</td></tr></table><div>(extrait de la documentation du microcontrôleur PIC16F18446)</div></div> <div><ul style="list-style-type: none">Les tensions mesurées sont-elles conformes aux valeurs attendues sur l'entrée du microcontrôleur (cf. figure ci-dessus) ?</div>	Standard Operating Conditions (unless otherwise stated)								Param. No.	Sym.	Device Characteristics	Min.	Typ.†	Max.	Units	Conditions	Input Low Voltage									V _{IL}	I/O PORT:						D300		• with TTL buffer	—	—	0.8	V	4.5V≤V _{DD} ≤5.5V	D301			—	—	0.15 V _{DD}	V	1.8V≤V _{DD} ≤4.5V	Input High Voltage									V _{IH}	I/O PORT:						D320		• with TTL buffer	2.0	—	—	V	4.5V≤V _{DD} ≤5.5V	D321			0.25 V _{DD} +0.8	—	—	V	1.8V≤V _{DD} ≤4.5V	<div></div>
Standard Operating Conditions (unless otherwise stated)																																																																																		
Param. No.	Sym.	Device Characteristics	Min.	Typ.†	Max.	Units	Conditions																																																																											
Input Low Voltage																																																																																		
	V _{IL}	I/O PORT:																																																																																
D300		• with TTL buffer	—	—	0.8	V	4.5V≤V _{DD} ≤5.5V																																																																											
D301			—	—	0.15 V _{DD}	V	1.8V≤V _{DD} ≤4.5V																																																																											
Input High Voltage																																																																																		
	V _{IH}	I/O PORT:																																																																																
D320		• with TTL buffer	2.0	—	—	V	4.5V≤V _{DD} ≤5.5V																																																																											
D321			0.25 V _{DD} +0.8	—	—	V	1.8V≤V _{DD} ≤4.5V																																																																											
<div>TP5</div> <div>(capteur IR 'Plus')</div>	<div>Appareil de mesure à utiliser : MULTIMÈTRE OU OSCILLOSCOPE</div> <div><div>MODE MANUEL</div><ul style="list-style-type: none">Le positionnement du doigt au-dessus du capteur IR 'plus' permet-il bien d'augmenter la luminosité de la lampe ?La LED 'plus' s'allume-t-elle lorsque le doigt est au-dessus du capteur IR 'Plus' ?Mesurer au point test TP5 la valeur moyenne de la tension : couplage DC<ul style="list-style-type: none">Etat haut = VEtat bas = VCes niveaux sont-ils compatibles avec les niveaux de tension V_{IL} et V_{IH} en entrée du microcontrôleur ?Quelle est la valeur moyenne de la tension aux bornes de la LED infrarouge contenue dans le capteur (cf. schéma Proteus) : couplage DC<ul style="list-style-type: none">Valeur = VQuelle est la distance de détection minimale du capteur IR 'Plus' ?<ul style="list-style-type: none">Distance = mmCorrespond-t-elle à la valeur donnée dans la documentation du capteur IR TCRT5000 ?</div> <div><table><tr><th colspan="5">PRODUCT SUMMARY</th></tr><tr><th>PART NUMBER</th><th>DISTANCE FOR MAXIMUM CTR_{rel}⁽¹⁾ (mm)</th><th>DISTANCE RANGE FOR RELATIVE I_{out} > 20 % (mm)</th><th>TYPICAL OUTPUT CURRENT UNDER TEST⁽²⁾ (mA)</th><th>DAYLIGHT BLOCKING FILTER INTEGRATED</th></tr><tr><td>TCRT5000</td><td>2.5</td><td>0.2 to 15</td><td>1</td><td>Yes</td></tr><tr><td>TCRT5000L</td><td>2.5</td><td>0.2 to 15</td><td>1</td><td>Yes</td></tr></table></div>	PRODUCT SUMMARY					PART NUMBER	DISTANCE FOR MAXIMUM CTR _{rel} ⁽¹⁾ (mm)	DISTANCE RANGE FOR RELATIVE I _{out} > 20 % (mm)	TYPICAL OUTPUT CURRENT UNDER TEST ⁽²⁾ (mA)	DAYLIGHT BLOCKING FILTER INTEGRATED	TCRT5000	2.5	0.2 to 15	1	Yes	TCRT5000L	2.5	0.2 to 15	1	Yes	<div></div> <div></div> <div></div> <div></div>																																																												
PRODUCT SUMMARY																																																																																		
PART NUMBER	DISTANCE FOR MAXIMUM CTR _{rel} ⁽¹⁾ (mm)	DISTANCE RANGE FOR RELATIVE I _{out} > 20 % (mm)	TYPICAL OUTPUT CURRENT UNDER TEST ⁽²⁾ (mA)	DAYLIGHT BLOCKING FILTER INTEGRATED																																																																														
TCRT5000	2.5	0.2 to 15	1	Yes																																																																														
TCRT5000L	2.5	0.2 to 15	1	Yes																																																																														
<div>TP6</div> <div>(capteur IR 'Moins')</div>	<div>Appareil de mesure à utiliser : MULTIMÈTRE OU OSCILLOSCOPE</div> <div><div>MODE MANUEL</div><ul style="list-style-type: none">Le positionnement du doigt au-dessus du capteur IR 'Moins' permet-il bien de diminuer la luminosité de la lampe ?La LED 'moins' s'allume-t-elle lorsque le doigt est au-dessus du capteur IR 'Moins' ?Mesurer au point test TP6 la valeur moyenne de la tension : couplage DC<ul style="list-style-type: none">Etat haut = VEtat bas = VCes niveaux sont-ils compatibles avec les niveaux de tension V_{IL} et V_{IH} en entrée du microcontrôleur ?Quelle est la valeur moyenne de la tension aux bornes de la LED infrarouge contenue dans le capteur (cf. schéma Proteus) : couplage DC<ul style="list-style-type: none">Valeur = VQuelle est la distance de détection minimale du capteur IR 'Moins' ?<ul style="list-style-type: none">Distance = mm</div>	<div></div> <div></div> <div></div>																																																																																

TP7 et TP10 (PWM et drain du transistor IRF520)	Appareil de mesure à utiliser : OSCILLOSCOPE (oscillogrammes à fournir)	
	<u>MODE MANUEL</u> <ul style="list-style-type: none"> Est-ce que les signaux de ces deux points test sont bien en opposition (couplage DC) quelle que soit la valeur du rapport cyclique ? 	<input type="checkbox"/>

DEPANNAGE ET REPARATION DU PROTOTYPE :

Si au terme de vos essais et mesures durant la procédure de test, la colonne 'VALIDÉ' est intégralement cochée, votre carte fonctionne correctement et vous ne devriez pas avoir de dépannage à effectuer.

En revanche, si une des cases de cette colonne n'est pas cochée, il va falloir identifier la panne, réfléchir à une solution et enfin réparer l'origine de la panne.

Il est très difficile dans un document comme celui-ci d'établir un diagnostic de toutes les pannes possibles et de fournir la solution pour chacune d'entre elles. Commencez donc votre réflexion et n'hésitez pas à appeler un enseignant pour vous venir en aide et vous fournir une voie à suivre pour votre dépannage.

Lorsque votre carte fonctionne parfaitement, faites la valider par un enseignant ! Le test fonctionnel sera également pris en compte dans l'évaluation finale de votre SAÉ.

UN MOT SUR LE COMPTE-RENDU :

Cette SAÉ a duré plusieurs semaines. Durant cette période, vous avez procédé en plusieurs étapes successives pour aboutir à la carte que vous venez de tester.

Toutes ces phases doivent apparaître dans votre compte-rendu :

- L'analyse de l'existant avec les réponses aux questions et vos mesures
- La fabrication de la carte
- La réponse aux quelques questions théoriques
- Le test de la carte : le document du test visuel doit apparaître dans votre compte-rendu ainsi que la procédure de test remplie. N'oubliez pas les captures d'écran d'oscilloscope lorsqu'elles vous sont demandées.
- Un petit manuel d'utilisation de la carte doit également être intégré au compte-rendu. On doit y retrouver une photo de la carte en y ajoutant des flèches vers les éléments qu'un utilisateur doit connaître. Quelques phrases d'explication doivent accompagner ce graphique. Attention, on se place ici d'un point de vue strictement utilisateur !