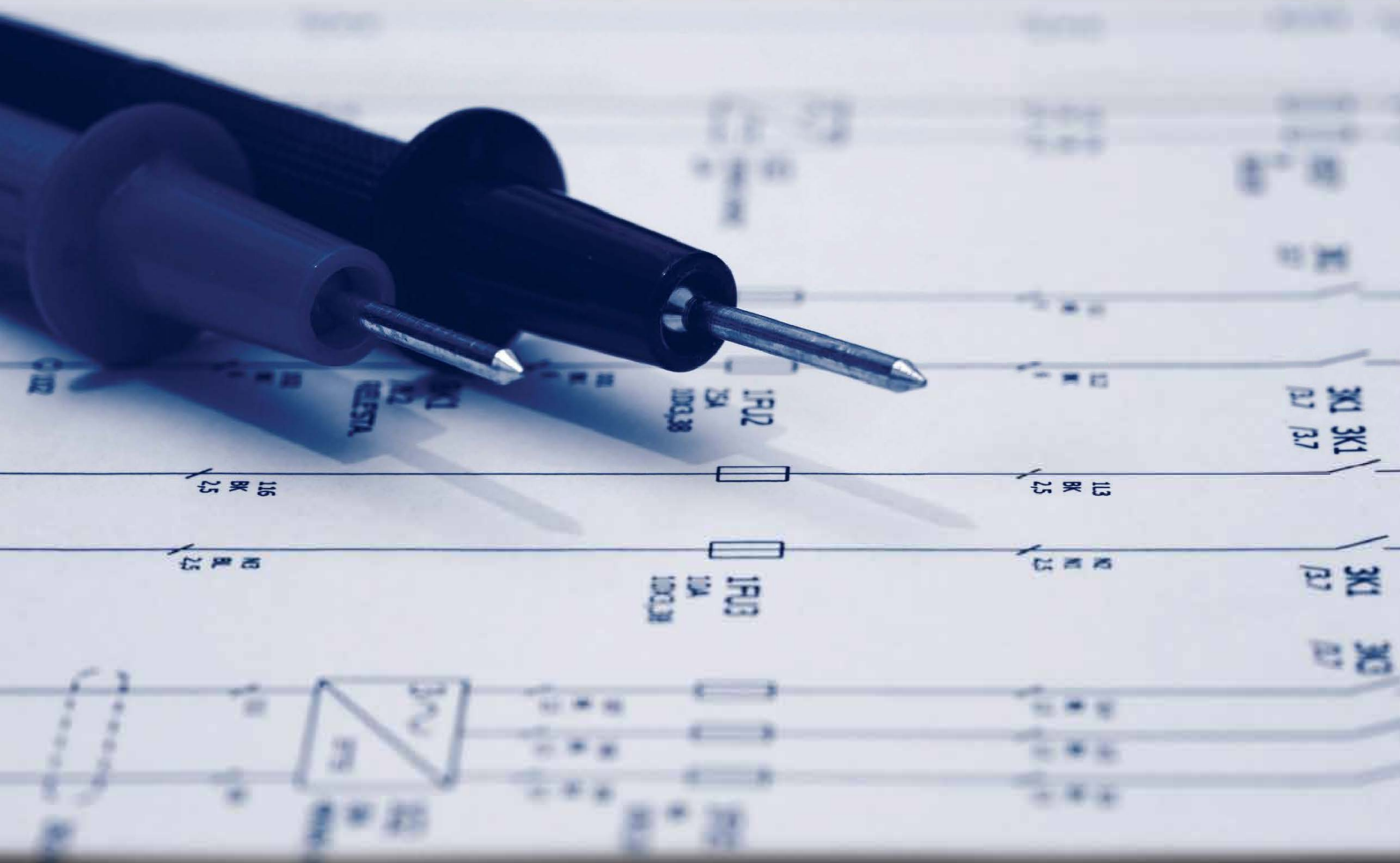




MATRIX | locktronics[®]

Fault finding in electronic circuits



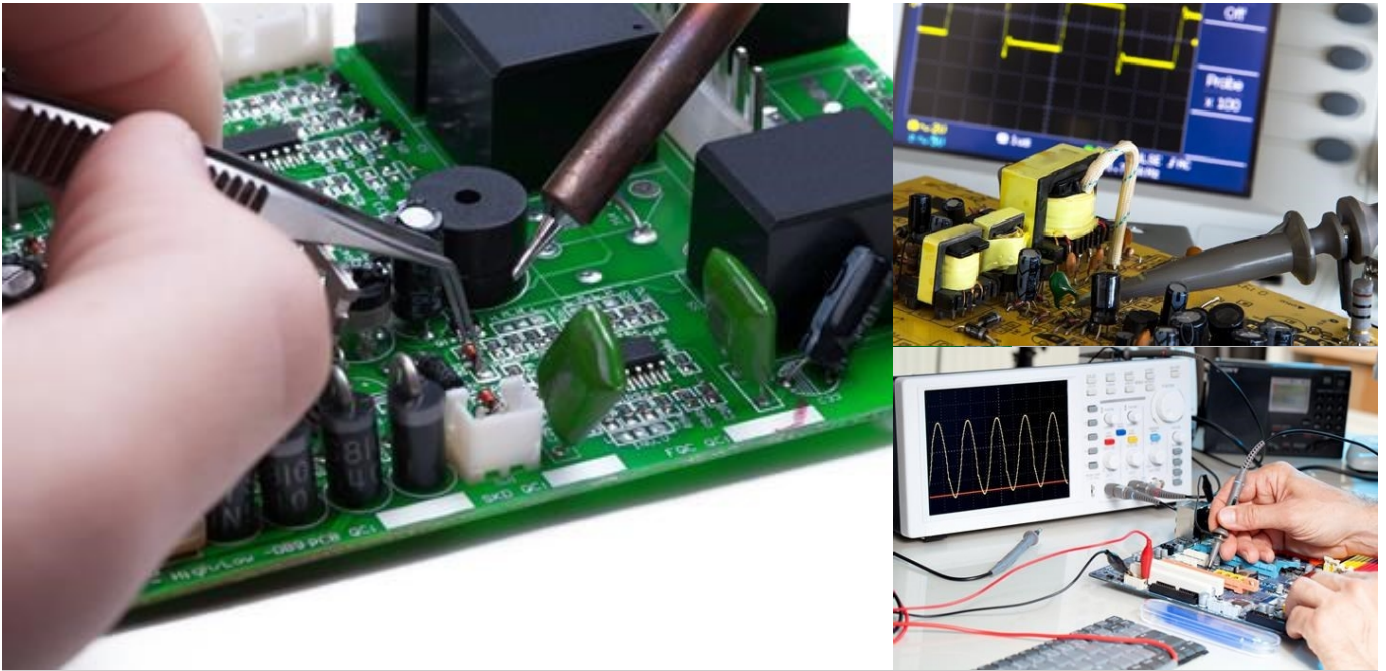
LK9333

MATRIX

www.matrixtsl.com

Copyright © 2015 Matrix TSL

Document de l'élève



Concevoir un système électronique est une chose, vérifier qu'il fonctionne, année après année, dans un environnement de production en est une autre. Ces deux tâches sont tout aussi difficiles et gratifiantes l'une que l'autre. Elles nécessitent toutes deux une solide compréhension de la théorie électronique sous-jacente.

La recherche d'erreurs nécessite un ensemble de compétences supplémentaires, notamment la capacité à.. :

- élaborer un plan ;
- penser logiquement ;
- sélectionner et utiliser une gamme d'équipements d'essai ;
- de rédiger un compte rendu détaillé du processus.

Dans ce domaine, rien n'est plus précieux que l'expérience. Les exercices que vous allez faire ont pour but d'entamer le processus de construction de cette expérience.

Comme toute formation, les scénarios sont artificiels, conçus pour simplifier des situations complexes et se concentrer sur des aspects particuliers. En particulier, ces exercices sont assortis de deux règles importantes :

Vous n'êtes pas autorisé à le faire :

- démonter le circuit ;
- isoler n'importe quel composant pour le tester.

Dans la recherche de défauts, le temps est un facteur essentiel, pour un certain nombre de raisons :

- Le système électronique peut jouer un rôle dans la sécurité de vos collègues de travail. S'il est défectueux, leur sécurité ne doit pas être compromise.
- Il peut s'agir d'un équipement coûteux.
- En cas de baisse, la création de nouveaux produits, et donc la création de richesses, s'arrête.
- Vous avez été engagé en tant que sous-traitant pour trouver et résoudre la faille dans le système. L'entreprise souhaite que le problème soit résolu rapidement - elle est facturée "à l'heure".

Les cinq étapes de la recherche de défauts

- **Étape 1 - Préparation**
 - Y a-t-il des problèmes de sécurité ?
 - Quel équipement de test avez-vous l'intention d'utiliser ?
 - *Documentez vos découvertes !*
- **Étape 2 - Observer**
 - Y a-t-il des signes de dommages - composants surchauffés, isolation fondue, fils effilochés, joints de soudure défectueux ?
 - Sentez-vous une odeur de brûlé ou de surchauffe ?
 - Mesurer la tension d'un circuit en fonctionnement.
 - Prendre des mesures de tension sur le circuit défectueux pour les comparer.
 - *Documentez vos découvertes !*
- **Étape 3 - Identifier** le sous-système problématique
 - Quels sont les sous-systèmes qui fonctionnent correctement ?
 - Où se situe le problème ?
 - *Documentez vos découvertes !*
- **Étape 4 - Suggérer des** causes possibles
 - Vérifier les composants probables :
 - les interrupteurs, les fusibles et les ampoules ont tendance à s'user ou à griller.
 - Vérifier les composants éventuels :
 - les moteurs, les relais, les inducteurs - les composants avec des bobines - peuvent surchauffer.
 - Vérifier les connexions :
 - rechercher des connexions défectueuses ou des contacts desserrés qui peuvent offrir une résistance élevée.
 - rechercher les connexions parasites susceptibles de provoquer un court-circuit.
 - rechercher les ruptures qui créent des conditions de circuit ouvert.
 - *Documentez vos découvertes !*
- **Étape 5 - Test** et réparation
 - Soyez prudents ! Rappelez-vous
 - Les condensateurs peuvent stocker des charges électriques et provoquer des chocs électriques ;
 - Les inducteurs peuvent stocker de l'énergie dans un champ magnétique et produire des chocs électriques.
 - Prenez des mesures autour du circuit, mais prévoyez mentalement ce qu'elles devraient être.
 - De cette manière, il est possible de localiser le(s) composant(s) qui pose(nt) problème et de le(s) remplacer en respectant toutes les procédures de sécurité.
 - Ensuite, tester à nouveau le système pour s'assurer qu'il n'y a pas d'autres défauts.
 - *Documentez vos découvertes !*

Et, en particulier, pour ces exercices ...

Rappelez-vous les règles -

Vous n'êtes pas autorisé à :

- démonter le circuit ;
- isoler n'importe quel composant pour le tester.



- Sur le circuit de **travail** :
 - mesurer la tension d'alimentation et noter l'orientation ;
 - réfléchir au rôle de chaque composant dans le circuit ;
 - tracer le chemin du signal à travers le circuit ;
 - le cas échéant, injecter un signal à partir d'une source de signal et l'examiner lors de son passage dans le système - documenter votre investigation ;
 - mesurer et enregistrer les niveaux de tension continue à l'entrée et à la sortie des composants significatifs.
- Sur le circuit **défectueux** :
 - vérifier la disposition par rapport au schéma de câblage (qui est correct) ;
 - y a-t-il des problèmes de sécurité ?
 - des tensions élevées ;
 - composants connectés dans le mauvais sens - condensateurs électrolytiques, DEL, transistors, diodes, circuits intégrés, etc ;
 - Y a-t-il des connexions manquantes ou incorrectes ?
 - mesurer la tension d'alimentation au début et à la fin des rails d'alimentation.
 - mesurer et enregistrer les niveaux de tension continue à l'entrée et à la sortie des composants que vous avez examinés dans le système de travail ;
 - le cas échéant, injecter un signal à partir d'une source de signal et l'examiner lors de son passage dans le système - documenter votre investigation ;
 - utiliser vos résultats pour formuler une théorie sur le problème ;
 - le documenter, en justifiant votre choix ;
 - présenter vos conclusions à l'instructeur.



Questions spécifiques ...

• **Résistance :**

- peut surchauffer si le courant est trop important - peut indiquer une valeur i vérifier le code couleur.

• **Potentiomètre :**

- peut surchauffer - peut indiquer une connexion incorrecte ;
- a trois bornes, mais le support Locktronics en a quatre, et deux d'entre elles sont donc réunies.

• **Condensateur électrolytique :**

- a une tension de fonctionnement (imprimée sur le boîtier) - elle doit être supérieure à la tension d'alimentation ;
- est polarisé - doit être connecté dans le bon sens, le rectangle ouvert (+) sur le symbole est plus positif que le rectangle rempli.

• **Diode :**

- peut surchauffer si le courant est trop important par rapport à la puissance nominale ;
- est polarisée et laisse passer le courant dans une seule direction. Diode Zener :

- est utilisé en polarisation inverse (anode à 0V, cathode vers le rail positif) ;
- a alors une tension constante à ses bornes, pour une gamme de courant.



LED :

- nécessite une résistance de limitation de courant (intégrée dans le support de la LED) ;
- chute normalement d'environ 2V (de l'anode à la cathode) lorsqu'il est allumé.

• **Transistor :**

- a trois bornes, l'émetteur, la base et le collecteur, mais le support Locktronics en a quatre, et donc deux sont reliées à la borne de base, (souvent l'entrée) ;
- la flèche sur l'émetteur indique le sens normal du courant ;
- transistor "nnp" - collecteur plus proche du rail positif et émetteur plus proche du rail 0V ;
- transistor "pnp" - dans l'autre sens ;
- est un amplificateur de courant - le courant de collecteur est beaucoup plus important que le courant de base ;
- présente une chute de tension d'environ 0,6 à 0,7 V entre la base et l'émetteur lorsqu'il est conducteur ;
- a une tension collecteur - émetteur de
 - environ 0,2V lorsqu'il est saturé (complètement allumé) ;
 - proche de la tension d'alimentation totale lorsqu'il est complètement éteint.

• **Porte-puce :**

- peut nécessiter des connexions d'alimentation supplémentaires.



La boîte à outils

Multimètres

Les versions numériques, appelées DMM (multimètres numériques), sont aujourd'hui beaucoup plus courantes (et moins chères).

que les multimètres analogiques. Éléments essentiels de la boîte à outils de recherche de pannes (deux valent mieux qu'un), ils permettent de mesurer à la fois la tension et le courant. Bien qu'ils offrent cette possibilité à la fois pour le courant alternatif et le courant continu, la mesure du courant continu est généralement suffisante.

Ils mesurent également la résistance, sur une grande et peut être doté d'un testeur de continuité intégré (qui émet un signal sonore en cas de faible résistance). D'autres fonctions (par exemple, testeur de transistors, capacimètre et fréquencemètre) sont utiles, mais pas indispensables.

(Symbols - DC →  AC → )

Source du signal

Dans les circuits qui traitent des signaux alternatifs, tels que les amplificateurs audio, il est utile de disposer d'une source de signal alternatif fiable et continue. La fréquence de sortie doit correspondre à celle attendue par le circuit. Un récepteur radio a besoin d'une source de signal RF (radiofréquence), tandis qu'un amplificateur audio nécessite une fréquence audio (AF). Les sources de signaux, également appelées générateurs de signaux ou générateurs de fonctions, disposent généralement de commandes permettant de régler la fréquence et l'amplitude de sortie et peuvent offrir la possibilité d'ajouter un signal continu à la sortie (connu sous le nom de décalage continu), ce qui est utile pour tester les circuits d'amplification. Où il y a une sortie carrée, elle peut être utilisée pour fournir un signal d'horloge pour les circuits numériques séquentiels.

Oscilloscope

Pour tester les amplificateurs et de nombreux circuits logiques, un oscilloscope est presque indispensable pour visualiser les signaux variables.

Il peut s'agir d'un périphérique, relié à un ordinateur. ordinateur, comme le "PicoScope" sur la photo, ou un système d'autodiagnostic. -Il s'agit d'un dispositif autonome, soit tenu à la main et portable, soit alimenté par le secteur et installé sur un banc d'essai.

Un **analyseur logique** est similaire, mais il est dédié à l'étude des signaux numériques, alors qu'un oscilloscope utilise un convertisseur analogique-numérique (ADC) pour créer des signaux numériques. des graphiques précis de la tension et du temps du signal. L'analyseur logique peut surveiller des centaines de signaux, alors que la plupart des oscilloscopes n'en examinent que quatre au maximum.

Avertissement : Un oscilloscope ne peut pas être utilisé de la même manière qu'un multimètre (sauf s'il s'agit d'un appareil portatif autonome), car l'une des bornes de la sonde est reliée à la terre de sécurité du réseau. Cela peut entraîner un court-circuit indésirable dans le système testé.



Quand et comment les utiliser ...

• **Multimètre :**

- toujours utile, notamment pour mesurer la chute de tension continue aux bornes d'un composant - s'il y a une chute de tension, c'est qu'il y a un courant qui circule !

La mesure de la tension est non intrusive - il suffit de connecter le multimètre, réglé sur la plage de tension correcte, en parallèle avec les bornes.

- la mesure du courant peut s'avérer délicate !

De nombreux multimètres sont dotés d'un fusible interne qui peut avoir "sauté" plus tôt en raison d'une mauvaise utilisation. La mesure du courant consiste à rompre une connexion et à relier les deux extrémités ainsi créées aux bornes de l'ampèremètre du multimètre.

- peut être utilisée pour mesurer la résistance d'un composant ou d'un circuit, mais seulement lorsqu'il est isolé de l'alimentation. (Pour rester dans les règles de ces exercices, la seule utilisation de la fonction de résistance est de mesurer la résistance entre les rails d'alimentation lorsque l'alimentation est déconnectée. Cela vous permet de faire la distinction entre un circuit ouvert et un circuit fermé et un court-circuit).

• **Source du signal :**

- fournit un signal de test pour un circuit qui traite des signaux analogiques.
- dans un premier temps, l'amplitude doit être faible afin d'éviter la saturation des transistors.
- commencer par une fréquence qui n'est pas difficile pour le circuit.

Par exemple, pour les systèmes audio, la gamme de fréquences attendue est comprise entre 20 Hz et 20 kHz. Certains systèmes peuvent avoir du mal à fournir des performances aux deux extrémités de cette plage, c'est pourquoi il convient de choisir initialement une fréquence moyenne telle que 1 kHz.

- lorsqu'il existe un choix de type de signal, par exemple sinus, triangle, carré, choisissez l'onde sinusoïdale.

C'est la plus simple, elle ne contient qu'une seule fréquence, alors que les autres comprennent une série de composantes à haute fréquence.

- lorsque le générateur de signaux fournit un décalage en courant continu, assurez-vous qu'il est réglé sur zéro, à moins que vous ne le souhaitiez spécifiquement (pour fournir une polarisation en courant continu à un transistor, par exemple).

• **Oscilloscope :**

- fournit un graphique tension/temps des signaux variables dans le temps, tels que les ondes sinusoïdales.

- s'utilise comme le multimètre, avec ses sondes connectées en parallèle aux bornes des composants étudiés.

Toutefois, il faut **tenir compte de l'avertissement de** la page précédente, selon lequel une sonde peut être connectée à

0V, et peut court-circuiter le signal ou l'alimentation du système testé.

- la base de temps est réglée pour correspondre à la fréquence du signal. Par exemple, si l'on utilise un signal sinusoïdal de 1kHz, un réglage de la base de temps de 0,5ms/cm convient.
- Commencez par régler l'"amplitude Y" (les noms varient) ou la sensibilité à la tension verticale sur une valeur assez élevée, par exemple 5V/cm. Elle peut être ajustée à la baisse lorsque le signal est trouvé et stable.
- peut mettre à votre disposition un service de stockage de fichiers afin que vous puissiez conserver le signal en vue de l'inclure ultérieurement dans votre documentation.

Exercices

Exercice 1

Système logique

Les systèmes logiques électroniques prennent des décisions sur la base d'informations fournies sous la forme de chiffres binaires, une série de 0 et de 1. Le système étudié ici pourrait être utilisé pour contrôler l'alarme d'une voiture. Le système étudié ici pourrait être utilisé pour contrôler l'alarme d'une voiture. Lorsqu'un capteur est activé, l'alarme est déclenchée. Des systèmes similaires contrôlent les objets ménagers, comme les grille-pains, les micro-ondes ou même les guirlandes électriques de Noël. Combinées en très grand nombre, ces fonctions logiques forment des systèmes numériques à grande échelle, comme les ordinateurs et les télévisions numériques.



À vous de jouer :

Dans cette feuille de travail, nous utilisons la logique combinatoire ; une porte NOR et une porte NOT. Construisez le circuit en suivant les instructions ci-dessous et testez l'action des interrupteurs. Notez la séquence afin de pouvoir déterminer quelle partie du circuit ne fonctionne plus lorsqu'une erreur se produit.

Schéma de câblage:

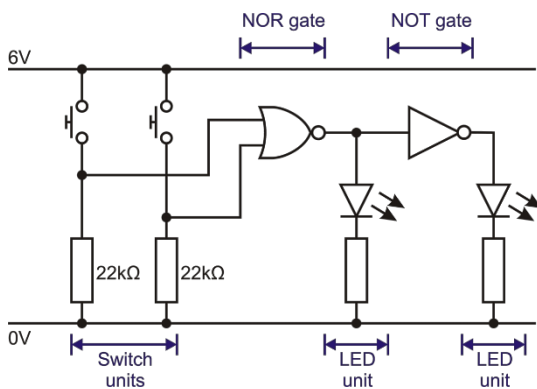
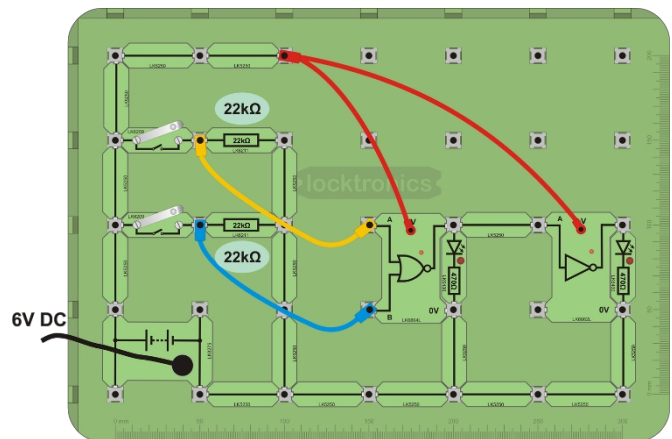


Schéma d'implantation :



Considérations :

- Tous les signaux sont numériques - soit logique 0 (<30% de la tension d'alimentation, V_S), soit logique 1 (>70% de V_S).
- Lorsqu'il est actionné, un interrupteur émet un signal logique 1. Lorsqu'il n'est pas actionné, il émet un signal logique 0.
- Une porte NOR émet un signal logique 0 lorsque l'une des entrées reçoit un signal logique 1.
- Une porte NOT produit l'état opposé à son entrée.
- Une LED s'allume lorsque la sortie est logique 1.

N'oubliez pas les règles :

Vous n'êtes pas autorisé à démonter le circuit ou à isoler l'un de ses composants pour le tester.

Exercice 2

Compteur

L'image montre une machine qui compte les billets de banque - ce qui doit être fait avec précision ! Auparavant, ce comptage était effectué par un caissier, mais les humains font des erreurs et ne peuvent compter que lentement. Cette machine peut compter un millier de billets par minute - avec précision !

Les compteurs électroniques sont utilisés pour tout compter, des votes aux œufs, en passant par les pilules pharmaceutiques, les spectateurs d'un match de football et bien d'autres choses encore.



À vous de jouer :

Dans cette feuille de travail, nous utilisons des bascules de type D pour créer un compteur simple. Connectez le circuit et observez son fonctionnement. Avant d'introduire une erreur, assurez-vous que vous comprenez correctement son fonctionnement et que vous avez noté les données de toutes les mesures pertinentes. Autorisez l'introduction d'une erreur et déterminez quelle partie du circuit ne fonctionne plus et pourquoi.

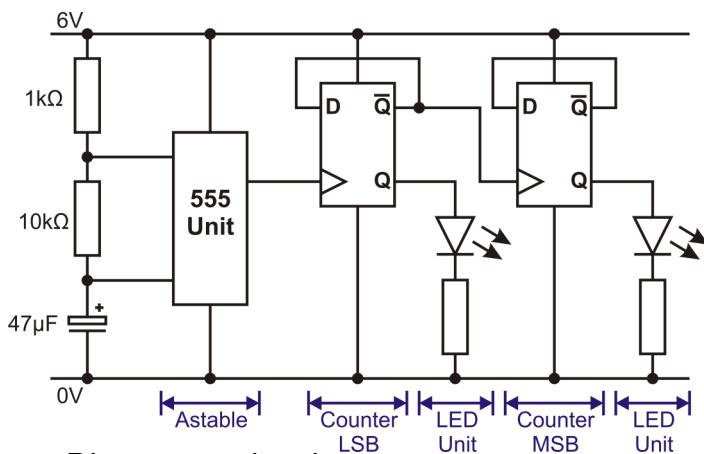


Diagramme de mise en page :

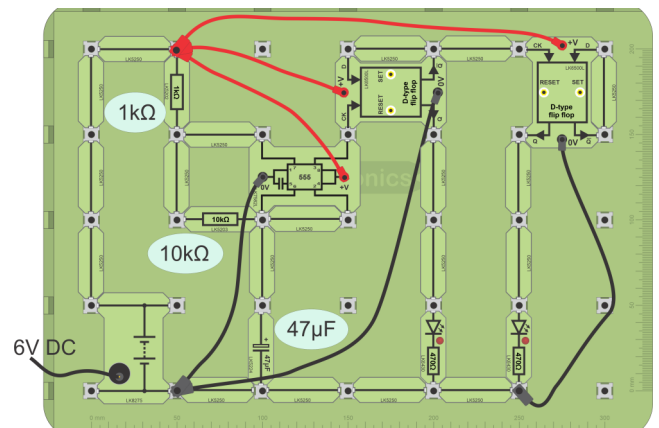


Schéma du circuit :

Considérations :

- Il s'agit d'un compteur binaire à deux étages, capable de compter jusqu'à 11_2 (=3 en décimal). Chaque étage est constitué d'un bistable de type D. Le premier génère le bit le moins significatif (LSB), c'est-à-dire la valeur "unités". Le premier étage génère le bit le moins significatif (LSB), c'est-à-dire la valeur des "unités". Le deuxième étage génère le bit le plus significatif (MSB).
- Les impulsions d'horloge sont fournies par un timer 555 en mode astable. La fréquence des impulsions est fixée à environ 1,6Hz, par les résistances de 1kΩ et 10kΩ, et le condensateur de 47μF.
- La sortie du compteur est affichée sur les DEL. Une LED s'allume lorsque la sortie de cet étage est logique 1.
- Les entrées "Set" et "Reset" des bistables de type D ne sont pas nécessaires dans cette application.

N'oubliez pas les règles :

Vous n'êtes pas autorisé à démonter le circuit ou à isoler l'un de ses composants pour le tester.

Exercice 3

Alimentation en courant continu



Une alimentation en courant continu convertit le courant électrique alternatif à haute tension, généré et transmis par les centrales électriques, en courant électrique à basse tension. DC pour les systèmes électroniques tels que les ordinateurs, les téléphones portables et les lecteurs électroniques. Cette approche permet d'obtenir une énergie électrique beaucoup moins chère qu'en utilisant des batteries non rechargeables. Cet exercice porte sur un circuit au cœur de bon nombre de ces alimentations en courant continu, conçu pour fournir une tension de sortie qui est.. :



- lisse (pas de composants AC),
 - stable (même tension pour tous les courants),
- insensible aux faibles variations de la tension d'alimentation en courant alternatif.

À vous de jouer :

Dans cette feuille de travail, nous allons convertir un signal CA en une sortie CC "lissée", qui alimentera notre ampoule. Nous ne travaillons plus seulement avec des signaux numériques, mais aussi avec du courant alternatif, il est donc essentiel d'utiliser un oscilloscope pour analyser le fonctionnement du circuit. Assurez-vous de bien comprendre le circuit avant d'introduire une condition de défaut. Travaillez à diagnostiquer le défaut en vous basant sur la connaissance de l'exemple de travail.

Schéma de câblage:

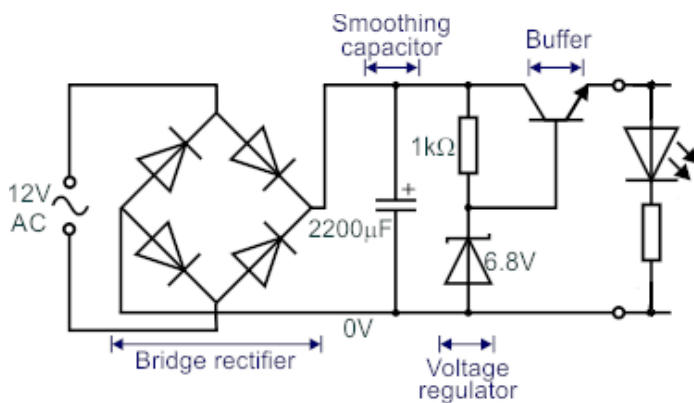
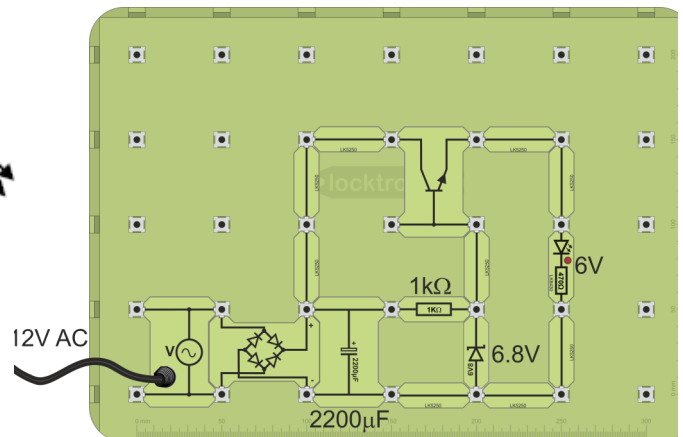


Schéma d'implantation :



Considérations :

- Le pont redresseur est le composant qui convertit la tension alternative en tension continue.
- Malgré le redresseur, un condensateur de lissage est utilisé pour "lisser" la forme d'onde de sortie du courant continu dans le circuit.
- La tension à travers la diode Zener doit être bloquée à 6,8V.
- Vous perdrez une petite tension à la jonction base-émetteur du transistor. Tenez-en compte.

N'oubliez pas les règles :

Vous n'êtes pas autorisé à démonter le circuit ou à isoler l'un de ses composants pour le tester.

Exercice 4

Amplificateur à transistors



De nombreux capteurs - microphones, opto-capteurs, thermocouples, etc. - produisent des signaux trop petits pour être utilisés directement.

Les amplificateurs sont utilisés pour augmenter l'amplitude de ces signaux, tout en conservant leurs autres caractéristiques.

Au cœur de la plupart de ces amplificateurs se trouve le transistor, un minuscule dispositif à l'état solide capable d'amplifier les signaux en utilisant un petit courant pour en contrôler un beaucoup plus important.



À vous de jouer :

Dans cette feuille de travail, nous utilisons un transistor pour amplifier notre petit signal de 200mV.

Nous voulons pouvoir produire un bruit audible sur notre haut-parleur. Connectez le circuit comme indiqué sur les images et utilisez un générateur de signaux pour fournir un signal CA. Assurez-vous de bien comprendre le fonctionnement du circuit avant d'introduire des erreurs.

Schéma de câblage:

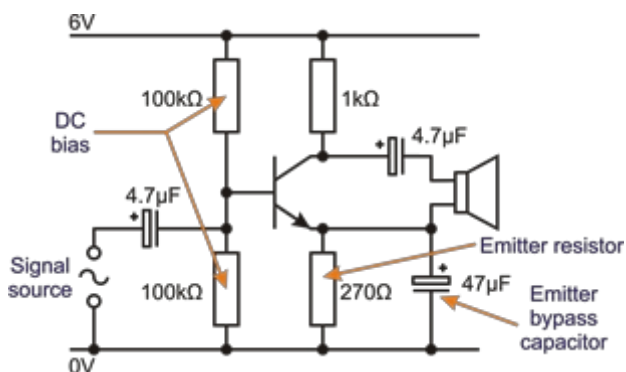
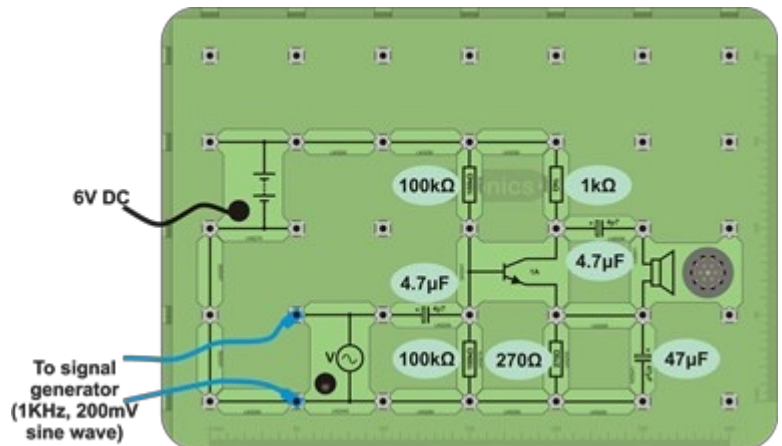


Schéma d'implantation :



Considérations :

- Les deux résistances de 100kΩ forment un diviseur de tension pour fournir la tension de polarisation continue à la base du transistor afin qu'il conduise même en l'absence de signal. Par conséquent, la tension de sortie doit être d'environ la moitié de la tension d'alimentation lorsqu'il n'y a pas de signal.
- La résistance d'émetteur de 270Ω fournit une rétroaction négative qui maintient les performances de l'amplificateur stables. Si le courant de sortie (collecteur) augmente, la tension à travers cette résistance augmente, réduisant la tension de polarisation continue à la base et réduisant ainsi le courant de sortie.
- La résistance d'émetteur réduit le gain en tension de l'amplificateur. Le condensateur de dérivation de l'émetteur (47μF) permet au courant du signal CA de circuler autour de la résistance d'émetteur, préservant ainsi le gain en tension CA.
- Les deux condensateurs de 4,7μF empêchent les tensions continues présentes dans le signal d'affecter le fonctionnement du transistor.

N'oubliez pas les règles :

Vous n'êtes pas autorisé à démonter le circuit ou à isoler l'un de ses composants pour le tester.

Exercice 5

Contrôleur de moteur

Le contrôleur de moteur le plus simple est un interrupteur - le moteur est en marche ou à l'arrêt. Pour un contrôle plus sophistiqué de la vitesse du moteur, un système comme celui de cet exercice peut être utilisé.

Les variateurs de vitesse sont utilisés dans un large éventail d'appareils, des machines à laver aux perceuses de bricolage, en passant par les jeux de course de voitures.



À vous de jouer :

Dans cette feuille de travail, nous avons créé un circuit qui nous permet de contrôler à la fois la direction et la vitesse d'un moteur à l'aide d'un simple potentiomètre. Analysez le circuit, notez ses conditions normales de fonctionnement et introduisez un défaut.

Schéma de câblage:

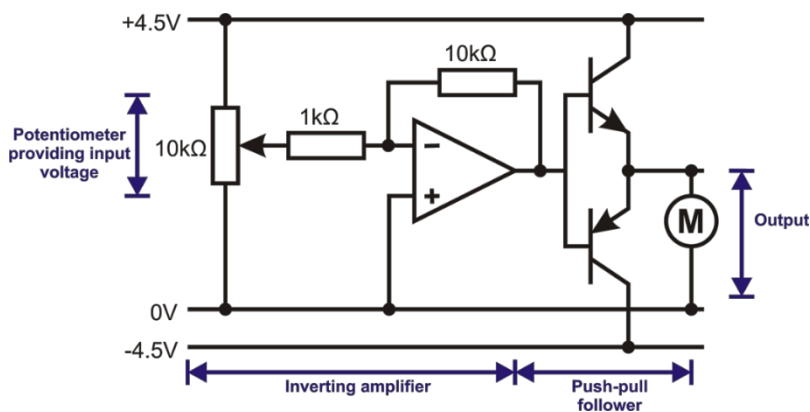
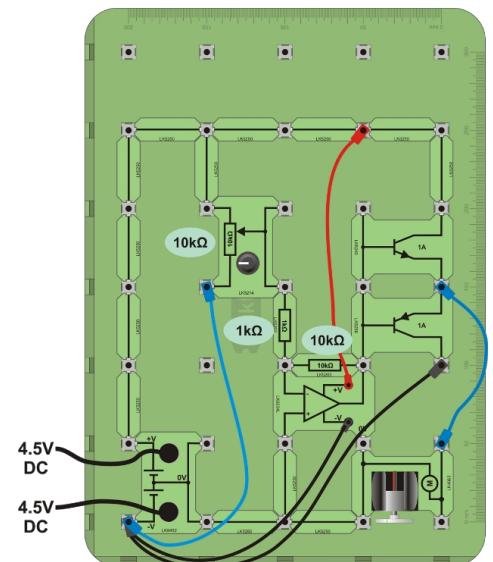


Schéma d'implantation :



Considérations :

- Le potentiomètre de 10kΩ peut modifier la tension d'entrée. dans la plage de +4,5V à -4,5V.
- L'amplificateur inverseur a un gain de tension de -10, de sorte que la sortie doit être dix fois supérieure à la tension d'entrée et inversée (à condition que la sortie ne soit pas saturée).
- L'ampli-op nécessite une alimentation positive de +4,5V et une alimentation négative de -4,5V dans cette configuration. Son entrée non inverseuse ('+') est connectée à 0V.
- Le suiveur push-pull copie cette tension sur le moteur (à l'exception de la chute de 0,7 V entre la base et l'émetteur du transistor conducteur).
- Lorsque la sortie de l'amplificateur inverseur est supérieure à +0,7V, le transistor NPN conduit. Lorsqu'elle est inférieure à -0,7V (par exemple -1,0V), c'est le transistor PNP qui conduit. Le petit courant tiré de l'amplificateur inverseur contrôle un courant beaucoup plus important qui circule de l'alimentation vers le moteur.

N'oubliez pas les règles :

Vous n'êtes pas autorisé à démonter le circuit ou à isoler l'un de ses composants pour le tester.

Guide de l'instructeur

Recherche de défauts

Ce cours présente certaines des techniques impliquées dans le dépannage des systèmes électroniques défectueux.

Dans ce domaine, rien n'est plus précieux que l'expérience. Les exercices qui composent le cours ont pour but d'entamer le processus de construction de cette expérience.

L'étudiant est autorisé à étudier un circuit fonctionnel, construit à l'aide de Locktronics, et se voit ensuite confier une version défectueuse qu'il doit étudier. Cela permet de tester leur compréhension de l'électronique, ainsi que leur capacité de réflexion logique et de déduction. Ils n'ont pas le temps de consulter leurs notes ou d'utiliser un navigateur Internet !

Pour rendre la situation plus réaliste, l'élève n'est pas autorisé à.. :

- démonter le circuit ;
- isoler n'importe quel composant pour le tester.



L'importance de la recherche de défauts

- Sécurité -
 - Exploitation sûre de l'usine :
Le système électronique peut jouer un rôle dans le fonctionnement sûr d'un système plus important. Sans lui, le système plus important doit être arrêté.
 - Risque d'incendie :
Le défaut risque de provoquer un incendie, ce qui entraînerait des dommages encore plus importants pour l'organisation.
- Économique -
 - Perte de production :
L'organisation a besoin que le système électronique fonctionne à nouveau rapidement. Elle perd de l'argent pendant que le système est "en panne". Plus la réparation est longue, plus l'organisation perd de l'argent.
 - Frais de réparation :
Un ingénieur est payé pour réparer le système. Plus la réparation est longue, plus elle coûte cher. Il est probable que les coûts de main-d'œuvre dépassent largement le coût des composants nécessaires. Néanmoins, seuls les composants défectueux doivent être remplacés.

La rapidité est essentielle, pour les raisons évoquées plus haut. L'ingénieur n'aura pas le temps de faire des recherches sur Internet, de lire des livres ou de téléphoner à des amis ! La séquence de diagnostic des pannes doit être logique, pratiquée et exécutée avec compétence. L'une de ces séquences est décrite à la page suivante.

Le document de l'élève comprend le guide de recherche de fautes suivant :

Les cinq étapes de la recherche de défauts

- **Étape 1 - Préparation**
 - Y a-t-il des problèmes de sécurité ?
 - Quel équipement de test avez-vous l'intention d'utiliser ?
 - Documentez vos découvertes !
- **Étape 2 - Observer**
 - Y a-t-il des signes de dommages - composants surchauffés, isolation fondue, fils effilochés ? mauvais joints de soudure ?
 - Sentez-vous une odeur de brûlé ou de surchauffe ?
 - Mesurer la tension d'un circuit en fonctionnement.
 - Prendre des mesures de tension sur le circuit défectueux pour les comparer.
 - Documentez vos découvertes !
- **Étape 3 - Identifier** le sous-système problématique
 - Quels sont les sous-systèmes qui fonctionnent correctement ?
 - Où se situe le problème ?
 - Documentez vos découvertes !
- **Étape 4 - Suggérer des causes possibles**
 - Vérifier les composants probables :
 - les interrupteurs, les fusibles et les ampoules ont tendance à s'user ou à griller.
 - Vérifier les composants éventuels :
 - les moteurs, les relais, les inducteurs - les composants avec des bobines - peuvent surchauffer.
 - Vérifier les connexions :
 - rechercher des connexions défectueuses ou des contacts desserrés qui peuvent offrir une résistance élevée.
 - rechercher les connexions parasites susceptibles de provoquer un court-circuit.
 - rechercher les ruptures qui créent des conditions de circuit ouvert.
 - Documentez vos découvertes !
- **Étape 5 - Test et réparation**
 - Soyez prudents ! Rappelez-vous
 - Les condensateurs peuvent stocker des charges électriques et provoquer des chocs électriques ;
 - Les inducteurs peuvent stocker de l'énergie dans un champ magnétique et produire des chocs électriques.
 - Prenez des mesures autour du circuit, mais prévoyez mentalement ce qu'elles devraient être.
 - De cette manière, il faut repérer le(s) composant(s) qui pose(nt) problème et le(s) remplacer en respectant toutes les procédures de sécurité.
 - Ensuite, tester à nouveau le système pour s'assurer qu'il n'y a pas d'autres défauts.
 - Documentez vos découvertes !

L'évaluation

Dans la réalité, l'ingénieur doit essayer de déterminer la raison du dysfonctionnement.

- La défaillance du composant est-elle due à l'âge ?
- Des facteurs liés à l'environnement de travail sont-ils à l'origine de l'échec ?
- La défaillance est-elle due à une mauvaise utilisation ?
- La défaillance est-elle due à un défaut de conception ?

Une documentation détaillée est inestimable pour aborder ces questions. L'étudiant doit être encouragé à présenter un "journal" de chaque exercice, dans un format convenu. Cela peut faire partie de l'évaluation finale du module.

Défauts courants et leurs symptômes :

- court-circuit :
 - zéro volt entre les rails d'alimentation positifs et 0V partout ;
 - la tension de sortie de l'alimentation est rétablie lorsque le circuit est retiré de l'alimentation ;
 - courant excessif provenant de l'alimentation électrique ;
 - le fusible protégeant le circuit peut "sauter" ;
 - zéro ohms entre les rails d'alimentation, (avec le circuit retiré de l'alimentation).
- circuit ouvert :
 - zéro volt entre les rails d'alimentation positifs et 0V à une extrémité du circuit, mais pas à l'autre ;
 - une partie du circuit peut fonctionner alors qu'une autre ne fonctionne pas ;
 - courant réduit ou nul provenant de l'alimentation électrique.
- connexion inversée :
 - peut se produire dans les composants "polarisés", c'est-à-dire ceux qui ne fonctionnent que lorsqu'ils sont branchés dans le sens inverse de celui de l'aiguille d'une montre. Les diodes, les DEL, les transistors et certains condensateurs sont des exemples d'appareils qui fonctionnent dans le "bon" sens ;
 - peut résulter du fait que l'alimentation ou la batterie est branchée sur le circuit au moment où l'alimentation ou la batterie est branchée sur le circuit. dans le mauvais sens ;
 - produit une chute de tension inhabituelle dans le composant.
- valeur incorrecte ou composant défectueux :
 - une valeur incorrecte peut être identifiée en examinant le composant par rapport à celui spécifié dans le schéma de circuit ;
 - un composant défectueux peut présenter des signes de surchauffe ou de dommages mécaniques ;
 - Les deux produisent une chute de tension inhabituelle dans le composant.
- composant incorrect :
 - peut être identifiée en examinant le composant par rapport à celui spécifié dans le schéma de circuit ;
 - produit une chute de tension inhabituelle dans le composant.

Délivrer le module :

Le module peut être dispensé de différentes manières, en fonction du type d'établissement, de la taille de la classe, de l'âge et de l'expérience des étudiants, et de la philosophie de l'instructeur. L'approche sera développée et affinée à chaque fois qu'il sera proposé. Avant tout, les étudiants doivent considérer ce module comme une expérience agréable mais stimulante - amusante !

Avant de commencer les exercices, les étudiants doivent se familiariser avec les équipements de test dont ils disposent. En fonction de leur expérience antérieure, cela peut nécessiter des travaux pratiques préliminaires, notamment avec un générateur de signaux et un oscilloscope. Il est suggéré que les élèves travaillent par deux, avec un partenaire de même niveau. De cette façon, les deux doivent contribuer de manière égale et travailler à un niveau que tous deux comprennent. Chaque exercice peut être chronométré, ce qui ajoute au défi et reflète la vie réelle.

Lorsqu'ils s'attaquent à un exercice, les étudiants doivent être encouragés à étudier et à prendre des mesures sur une version fonctionnelle du système dans un premier temps. Pour certains d'entre eux, cela peut nécessiter des conseils de la part de l'instructeur. Les étudiants peuvent recevoir un modèle de document sur lequel ils peuvent enregistrer ces mesures. L'instructeur, à l'insu des élèves, introduit alors une erreur dans le circuit. Les fautes suggérées sont énumérées plus loin dans ce guide de l'instructeur. Certaines d'entre elles sont moins difficiles que d'autres. Là encore, connaissant les capacités des élèves, l'instructeur peut sélectionner une panne ou une série de pannes appropriées. Il est toujours important que l'élève réussisse au moins une partie du défi.

Soyez conscient qu'en testant le circuit modifié, l'étudiant peut involontairement introduire d'autres défauts, ou endommager des composants, etc. Si les exercices sont réalisés dans le cadre d'un "cirque", l'instructeur doit avoir le temps de vérifier que le circuit original fonctionne toujours avant de le confier au groupe suivant.

La documentation accompagnant le module comprend un document pour l'étudiant, décrivant l'approche générale en cinq étapes de la recherche de pannes, décrite précédemment, et présentant la gamme d'équipements de test disponibles. L'instructeur peut décider que les étudiants emportent une copie de ce document pour leurs archives.

Les feuilles d'exercice elles-mêmes décrivent les applications possibles du circuit, donnent les schémas du circuit et de la disposition et donnent des conseils sur l'équipement d'essai nécessaire. Il n'y a pas de conseils spécifiques sur la procédure d'essai, délibérément.

L'instructeur est le mieux placé pour déterminer le degré d'aide nécessaire, connaissant les forces et les faiblesses des étudiants. Une approche consiste à organiser une séance de "briefing" ou de "brainstorming" avec la classe avant le début des travaux pratiques.

Les élèves n'ont pas besoin de leurs propres copies des feuilles d'exercice. Cependant, ils doivent produire un dossier des tests qu'ils ont effectués, avec leurs résultats, pour tenter de découvrir les défauts. Cela leur permettra de constituer un dossier de travail, utile pour l'évaluation et la vérification externe de leur travail pratique. Un schéma de circuit, mais pas un schéma d'implantation, est un élément important.

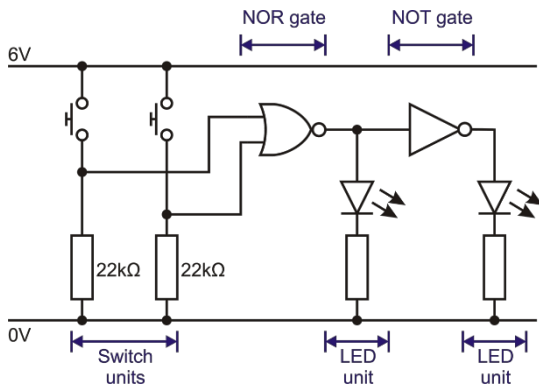
Les photographies peuvent jouer un rôle dans ce document.

Exercice 1

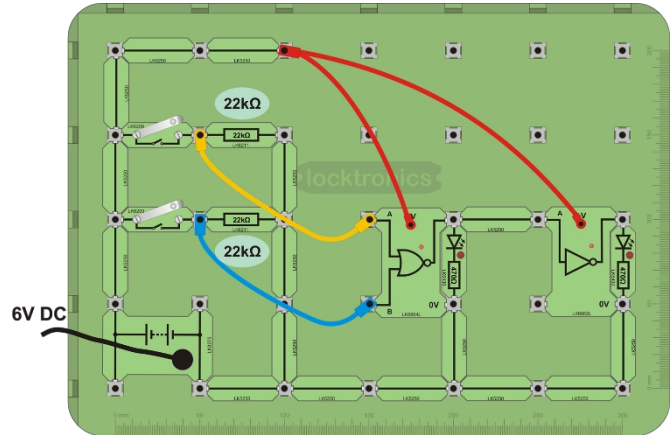
Système logique



Schéma de câblage:Schéma d'



implantation :



Matériel nécessaire ;

- BLOC D'ALIMENTATION 6V DC
- DMM

Transporteurs défectueux requis :

- LK6990 - Support de LED défectueux (polarisation inversée)
- LK5582 - Support de liaison défectueux (circuit ouvert)
- LK7550 - Câble défectueux (circuit ouvert)
- LK6995 - Interrupteur défectueux (court-circuit)

Défauts possibles :

- Défaut 1 ; Connecter le support de LED défectueux (LK6990)
 - La LED ne s'allume plus
- Défaut 2 ; Placer la liaison porteuse en circuit ouvert entre les porteuses NOR et NOT (LK5582)
 - La porte NOR fonctionnera correctement, la porte NOT sera toujours activée.
- Défaut 3 ; Utiliser un câble en circuit ouvert entre l'interrupteur inférieur et l'entrée NOR 'B' (LK7550)
 - L'interrupteur inférieur ne fera plus rien. L'interrupteur supérieur fonctionnera normalement
- Défaut 4 ; Connecter l'interrupteur défectueux toujours fermé au lieu de l'interrupteur supérieur (LK6995)
 - La porte NOT sera toujours "ON", aucun des deux interrupteurs ne fera quoi que ce soit.

Exercice 2

Compteur

Schéma de câblage :

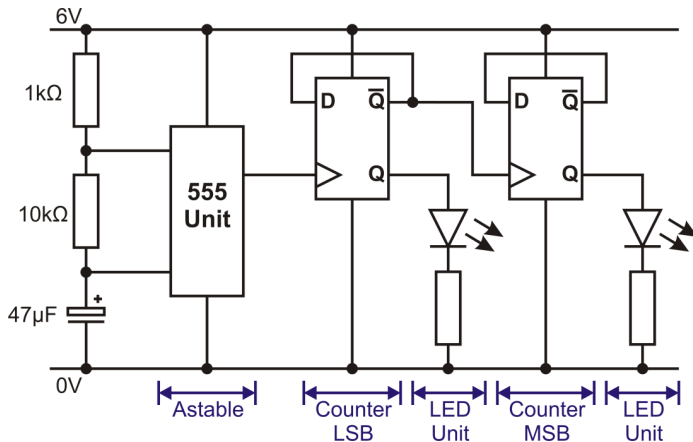
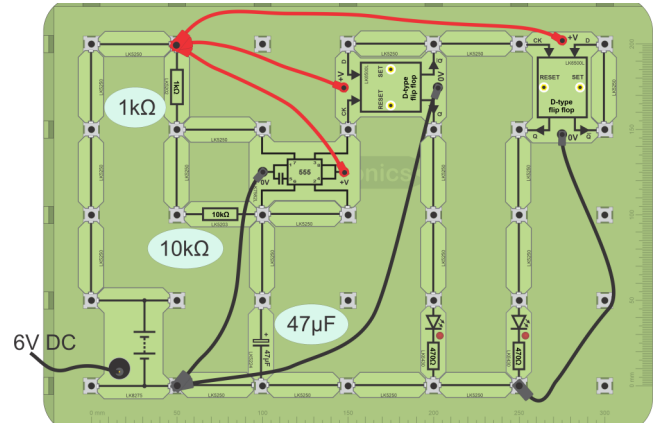


Schéma d'implantation :



Matériel nécessaire ;

- BLOC D'ALIMENTATION 6V DC
- DMM
- Un oscilloscope peut être utile pour observer le signal de sortie de la minuterie 555.

Transporteurs défectueux requis :

- LK6990 - Support de LED défectueux (polarisation inversée)
- LK5582 - Liaison porteuse défectueuse (circuit ouvert)
- LK6945 - Minuterie 555 défectueuse (broche 8 en circuit ouvert)
- LK6985 - Résistance porteuse 1kΩ défectueuse (circuit ouvert)
- LK6950 - Support de condensateur 47μF défectueux (4.7μF)

Défauts possibles :

- Défaut 1 ; Connecter le support de LED défectueux (LK6990)
 - La LED ne s'allume plus
- Défaut 2 ; Connecter le support de liaison défectueux entre les broches 2 et 6 du support de minuterie 555 (LK6945).
 - Les DEL restent dans un état fixe ou changent à intervalles irréguliers.
- Défaut 3 ; Connecter le support de minuterie 555 défectueux (LK6945)
 - La broche 8 est V_{cc} (alimentation) et le circuit ne fonctionnera donc plus. Les DEL peuvent rester alimentées dans la dernière séquence
- Défaut 4 ; Connecter le support de liaison défectueux entre les deux bascules (Q' et CK) (LK5582)
 - La bascule 1 (LSB) fonctionne correctement, la bascule 2 (MSB) ne fonctionne plus et peut vaciller.
- Défaut 5 ; Connecter le support de liaison défectueux entre les Q' et D de la bascule 1 (LK5582)
 - Le circuit peut encore fonctionner, mais la vitesse ralentira et il fonctionnera à intervalles irréguliers.
- Défaut 6 ; Connecter le support de résistance 1kΩ défectueux (LK6985)
 - Support de circuit ouvert, le circuit ne fonctionne plus
- Défaut 7 ; Connecter le support de condensateur défectueux - peut nécessiter une réinitialisation de l'alimentation pour activer le défaut (LK6950).
- Modifie la fréquence de sortie du 555 à environ 15Hz (puisque le capuchon est dix fois plus petit).

Exercice 3

Alimentation en courant continu



Schéma de câblage:!

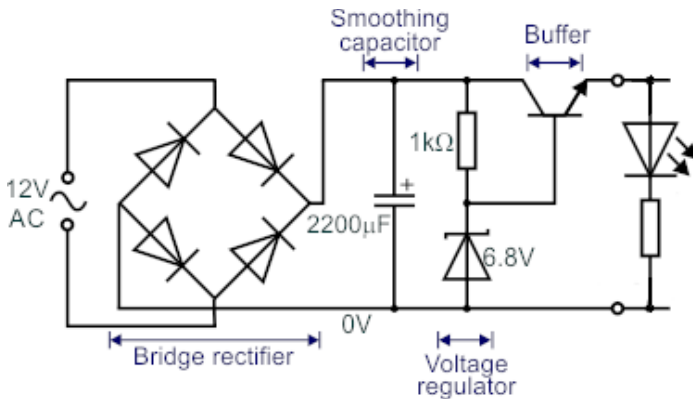
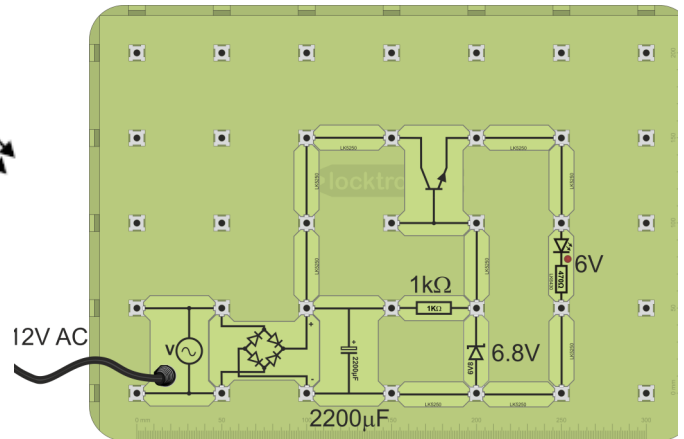


Schéma dimplantation :



Matériel nécessaire

;

- BLOC D'ALIMENTATION 12V AC
- DMM
- Oscilloscope pour contrôler le condensateur de lissage

Transporteurs défectueux requis :

- LK6925 - Pont redresseur défectueux (une diode est polarisée en sens inverse)
- LK6930 - Diode Zener défectueuse (court-circuit)
- LK0665 - Diode Zener défectueuse (polarisation inverse)
- LK6940 - Transistor défectueux (base en circuit ouvert)
- LK3192- Transistor défectueux (court-circuit entre la base et l'émetteur)
- LK6970 - Support de condensateur 2200µF défectueux (4.7µF)

Défauts possibles :

- Défaut 1 ; Connexion incorrecte du pont redresseur (tourner le redresseur de 180°)
 - Le circuit ne fonctionne pas du tout
- Défaut 2 ; Connecter le pont redresseur défectueux (LK6925)
 - Le circuit ne fonctionne pas du tout
- Défaut 3 ; Connecter la diode Zener défectueuse (LK6930)
 - L'ampoule ne s'allume pas. Le transistor est "éteint" car il n'y a pas de V_{BE} , donc tout le courant passe par la résistance de 1kΩ.
- Défaut 4 ; Connecter la diode Zener défectueuse (LK0665)
 - L'ampoule ne s'allume pas
- Défaut 5 ; Connecter le transistor défectueux (LK6940)
 - L'ampoule ne s'allume pas lorsque le transistor est éteint
- Défaut 6 ; Connecter le transistor défectueux (LK3192)
 - L'ampoule ne s'allume pas. Le transistor est "éteint" car il n'y a pas de V_{BE} , donc tout le courant passe par la résistance de 1kΩ.
- Défaut 7 ; Connecter le support de condensateur défectueux (LK6970)
 - Visuellement inchangée, l'ondulation en courant continu est toutefois beaucoup plus importante au niveau du condensateur. Utilisez un oscilloscope pour observer la différence.

Exercice 4

Amplificateur à transistors



Schéma de câblage :

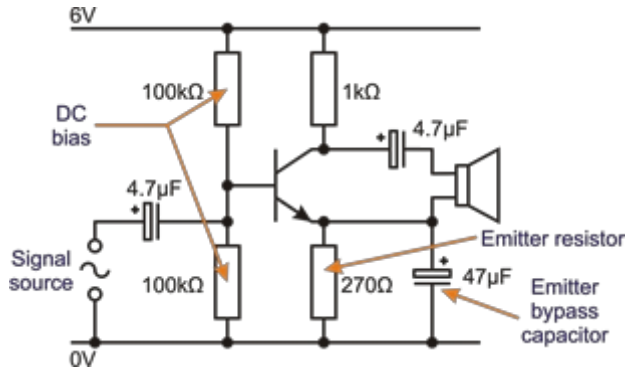
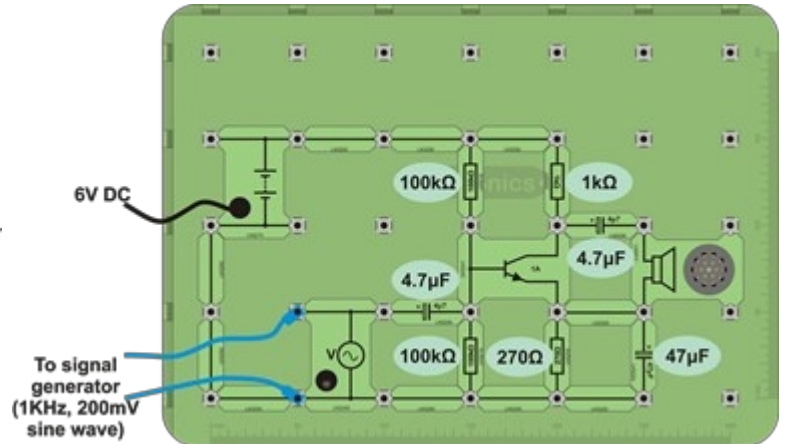


Schéma d'implantation :



Matériel nécessaire ;

- BLOC D'ALIMENTATION 6V DC
- DMM
- Oscilloscope pour contrôler le condensateur de lissage
- Générateur de signaux réglé sur une sortie sinusoïdale de 1kHz, 200mV_{pp}

Transporteurs défectueux requis :

- LK6940 - Transistor défectueux (base en circuit ouvert)
- LK3192 - Transistor défectueux (court-circuit entre la base et l'émetteur)
- LK5582 - Liaison porteuse défectueuse (circuit ouvert)
- LK6950 - Condensateur 47μF défectueux (4.7μF)
- LK6985 - Résistance porteuse 1kΩ défectueuse (circuit ouvert)
- LK6955 - Résistance 100kΩ défectueuse (1kΩ)

Défauts possibles :

- Défaut 1 ; Connecter le transistor défectueux (LK6940)
 - Le haut-parleur n'émet pas de son
- Défaut 2 ; Connecter le transistor défectueux (LK3192)
 - Le transistor est "éteint" car il n'y a pas de V_{BE}
- Défaut 3 ; Connecter le support de liaison défectueux (LK5582) entre l'émetteur et le haut-parleur.
 - Le haut-parleur émet un son, mais discrètement, car le signal CA ne se répercute pas dans le système.
- Défaut 4 ; Connecter le condensateur défectueux (LK6950)
 - Le haut-parleur émet le même son que d'habitude, mais les élèves doivent surveiller la sortie sur l'oscilloscope.
- Défaut 5 ; Connecter la résistance défectueuse de 1kΩ (LK6985) sur le collecteur du transistor.
 - Le transistor est activé, mais le collecteur est en circuit ouvert, de sorte qu'aucun courant ne passe dans le transistor.
- Défaut 6 ; Connecter la résistance défectueuse de 100kΩ (LK6955) entre la base du transistor et le rail 6V.
 - Le haut-parleur n'émet plus de son car le transistor n'est pas correctement polarisé

Exercice 5

Contrôleur de moteur



Schéma de câblage:

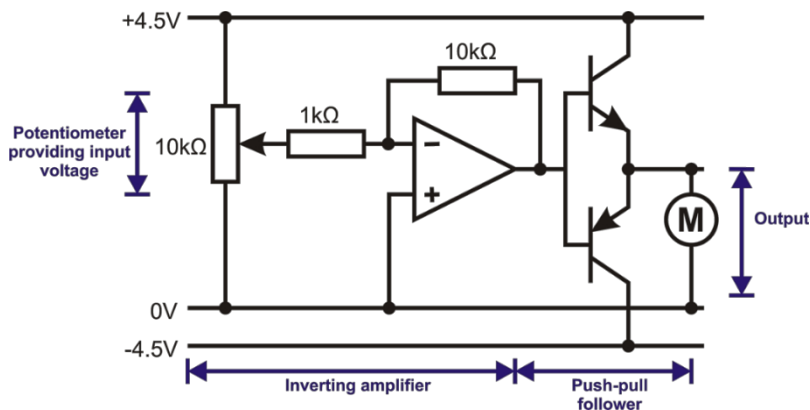
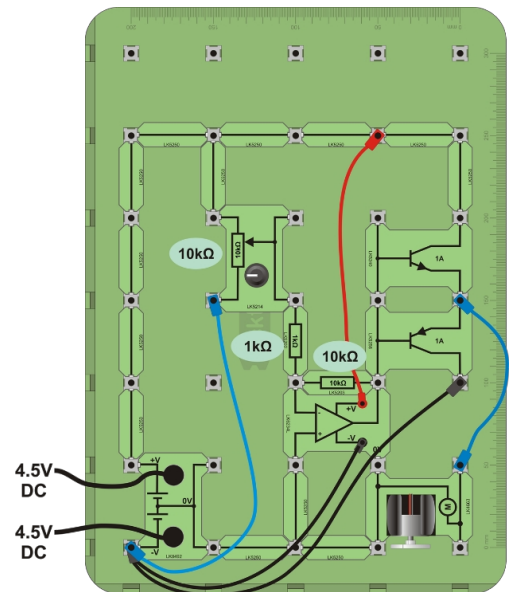


Schéma d'implantation :



Matériel nécessaire ;

- 2 x 4,5V DC PSU
- DMM

Transporteurs défectueux requis :

- LK7550 - Câble défectueux (circuit ouvert)
- LK5582 - Liaison porteuse défectueuse (circuit ouvert)
- LK6985 - Résistance porteuse 1kΩ défectueuse (circuit ouvert)
- LK6980 - Résistance 10kΩ défectueuse (10Ω)
- LK6940 - Transistor défectueux (base en circuit ouvert)
- LK6935 - Amplificateur optique défectueux (broche 6 en circuit ouvert)

Défauts possibles :

- Défaut 1 ; Connecter le câble bleu défectueux à circuit ouvert (LK7550) entre le potentiomètre et -4,5V.
- Le moteur ne tourne que dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, à une vitesse fixe.
- Défaut 2 ; Connecter le support de liaison défectueux (LK5582) sur le rail d'alimentation supérieur (+4.5V)
- Le moteur ne tourne que dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, mais le potentiomètre permet de faire varier la vitesse.
- Défaut 3 ; Connecter le câble défectueux (LK7550) entre les sorties du transistor et le moteur.
 - Les tensions sont toutes correctes, mais le moteur ne tourne pas.
- Défaut 4 ; Connecter la résistance défectueuse de 1kΩ (LK6985)
 - Le moteur ne tournera pas, le pot changera toujours la tension, mais celle-ci n'entrera pas dans l'amplificateur optique.
- Défaut 5 ; Connecter la résistance 10kΩ défectueuse (LK6980)
 - Le moteur ne tourne pas en raison d'une résistance incorrecte de la boucle de rétroaction.
- Défaut 6 ; Connecter le transistor défectueux avec une base ouverte (LK6940)
 - Le moteur ne tournera que dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, car le transistor NPN ne fonctionne pas.
- Défaut 8 ; Connecter l'ampli op défectueux (LK6935)
 - Le moteur ne tournera que dans le sens inverse des aiguilles d'une montre car la broche de sortie est en circuit ouvert. Le courant passera par la résistance de 10k et activera le transistor NPN.

Appareils pour ce cours

Tous les appareils Locktronics pour ce cours sont disponibles auprès de Matrix TSL - code produit LK3566. Il contient six plateaux d'appareils - un plateau pour chacun des exercices de la feuille de travail, plus un plateau supplémentaire contenant les supports "défectueux" que le tuteur utilisera pour introduire des défauts dans les circuits. Les composants "défectueux" sont marqués sur leur face inférieure pour permettre au tuteur d'identifier les supports nécessaires pour chaque expérience.

Les plateaux d'appareils sont complets avec tous les câbles et les alimentations nécessaires pour les expériences. Toutefois, certains équipements ne sont pas fournis, afin d'éviter les coûts supplémentaires et la duplication d'appareils que l'on trouve couramment dans de nombreux laboratoires d'électronique.

En plus de cet appareil, vous pouvez également avoir besoin...

- Un multimètre capable de mesurer des tensions jusqu'à 12V DC et AC, avec une fonction de test de continuité.
- Un oscilloscope pour afficher des formes d'onde en courant alternatif. Une seule trace est nécessaire.
- Une source de signaux capable de générer jusqu'à 1V crête à crête à 1kHz

Contrôle des versions

Version	Libéré	Notes
LK9333-80-01	2015 Jun 02	Première diffusion publique
LK9333-80-02	2015 Oct 23	Modifications de l'ordre des feuilles de travail et des schémas de circuits
LK9333-80-03	31 juillet 2017	Modifié pour utiliser le support LK7582 555
	16 08 2023	Reformaté au nouveau style