

COMPARATEUR 741 EDU-015

L'EDU-015 analyse le 741 comme comparateur, une configuration et une fonctionnalité de base dans l'utilisation d'amplificateurs opérationnels dans des circuits non linéaires.

L'EDU-015 expose une approche initiale au 741 et aux opérationnels, la compensation d'offset, le comparateur inverseur, le comparateur avec point de commutation à zéro, ou différent à zéro, comparateur inverseur ou le comparateur de fenêtre, en utilisant diverses pratiques pour contraster et faciliter la compréhension du fonctionnement du Comparateur.

- Pratique 0** - Introduction à l'amplificateur opérationnel et au 741. Structure de l'amplificateur opérationnel et fonctionnement. L'opérationnel 741, compensation du offset, paramètres de l'opérationnel.
- Pratique 1** - Types de circuits avec opérationnels. Opérationnels et la comparaison, Comparateur avec point de commutation à zéro. Le détecteur de croisement par zéro.
- Pratique 2** - Comparateur avec point de commutation différent de zéro. Comparateur alimenté avec une seule source d'alimentation et différents tensions de référence.
- Pratique 3** - Comparateur de fenêtre. Réponse et configuration du seuil de réponse et configuration pour établir trois points de commutation.

Réglementation et Identification des Eléments de la série EDU.

Pour permettre une identification rapide et une réglementation unique pour les différentes pratiques et les circuits des modules éducatifs Cebek, tous les éléments communs répondent à un code de couleurs ou forme déterminée

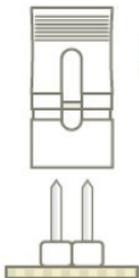
Test Point.(TP).

Il permet de connecter les pointes de l'oscilloscope ou du multimètre pour réaliser les lectures des paramètres relatifs à la leçon pratique. Selon sa couleur, il indiquera que le Test Point (TP) est connecté au positif ou au négatif du circuit, lecture de courant, de tension, de charge, etc



Commutateur / Interrupteur.

Selon la couleur du capuchon, vous contrôlerez le voltage, le courant, ou l'alimentation.



Jumper.

Il permet de fermer ou d'ouvrir un signal ou circuit



Point important.

Point important, rappel ou partie à mémoriser.

Alimentation du module.

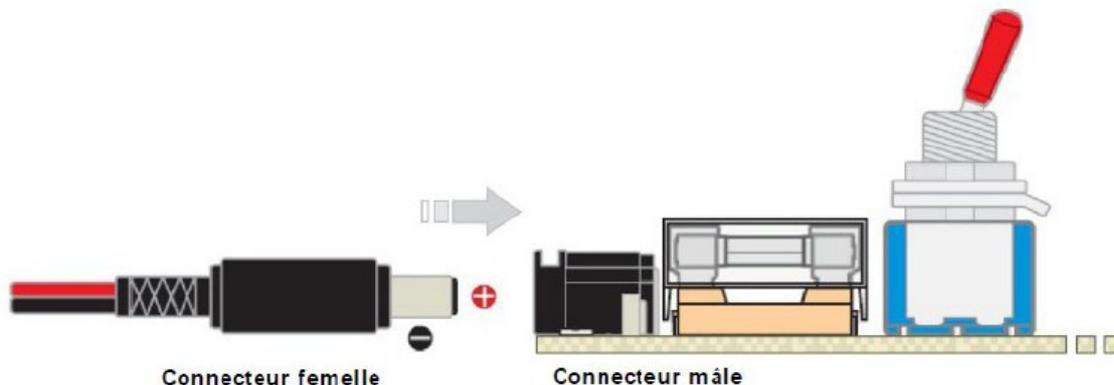
Le module requiert 12 V.DC pour son alimentation. Vous devez utiliser une source stabilisée de laboratoire ou si vous préférez, la source Cebek FE- 113.

L'alimentation du circuit est uniquement effectuée à travers du connecteur mâle de la plaque, **ne pas injecter d'autre type de signal sur un autre terminal du circuit**. Une fois alimenté, le circuit fournit les tensions nécessaires pour expérimenter avec chaque pratique.

Pour la connexion de l'alimentation, le module inclut un câble avec connecteur mâle à une extrémité et les terminaux nus du câble à l'autre.

Connectez chacun des terminaux, en respectant la polarité du connecteur, à la sortie correspondante de la source d'alimentation. A la fin vous pourrez les insérer dans le module.

Note . Le fusible du circuit est de 250 mA



Matériel nécessaire.

Aucun matériel ni composants additionnels ne seront nécessaires pour utiliser et expérimenter avec ce module. Il est uniquement requis les instruments de mesure indiqués pour pouvoir obtenir et contraster les valeurs des pratiques. Pour ce module vous aurez besoin d'un ou plusieurs multimètres dans leur fonction comme voltmètre et ampèremètre. Et si vous avez un Oscilloscope vous pourrez aussi l'utiliser en substitution du voltmètre.

Bibliographie.

- Sur Google : HD74LS Séries
- Sur Google : ULN2803. - Sur Internet : www.findernet.com | www.ralux.com
- Sur Internet : www.findernet.com/es/pdf/bigfiles/para_el_instalador_04-05.pdf

Introduction à l'Amplificateur Opérationnel

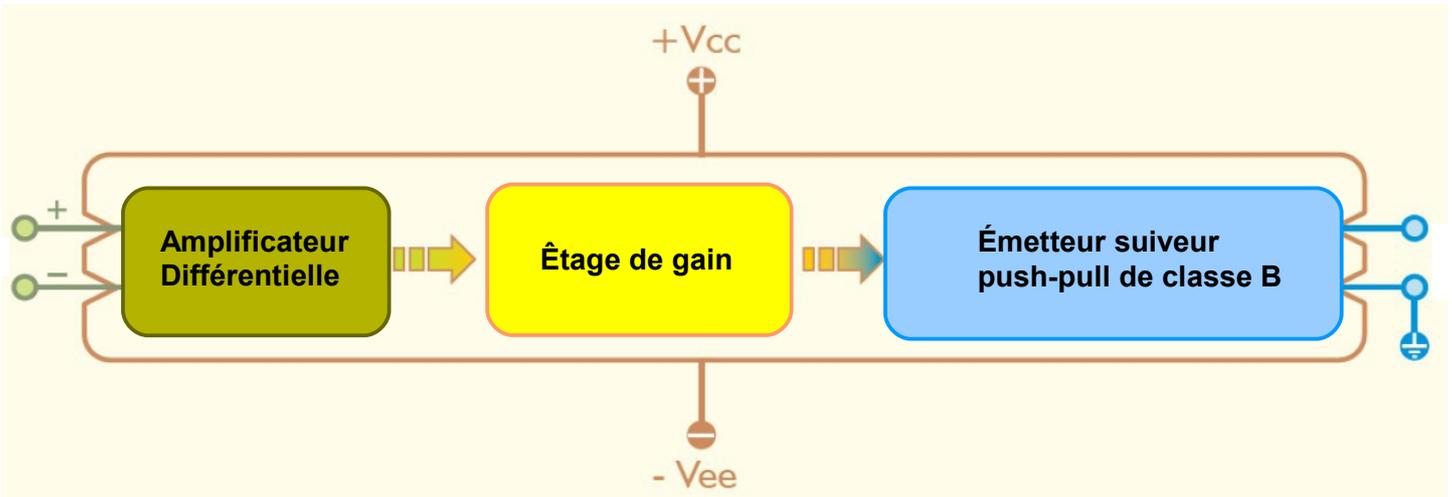
Les premiers amplificateurs opérationnels ont été fabriqués à l'aide de circuits discrets pour leur utilisation dans des ordinateurs analogiques, leur fonction était d'effectuer des opérations mathématiques : sommes, soustractions, multiplications, etc. D'où sa terminologie, (op amp).

Actuellement les op amp, ou « opérationnels », comme ils sont appelés de manière courante, sont intégrés dans un CI, structurés dans un bloc avec des terminaux externes.

La plus part des opérationnels ont une limitation de puissance proche au watt, et bien qu'il existe certains destinés à des hautes puissances, la grande majorité de ceux qui existe sur le marché se distingue par leur spécialisation dans l'optimisation d'une caractéristique déterminée, comme le courant offset d'entrée, la largeur de bande, bruit minimal, etc. Cette versatilité, prix et fiabilité a permis d'innombrables développements et applications, constituant un des composants actifs les plus essentiels dans un système analogique.

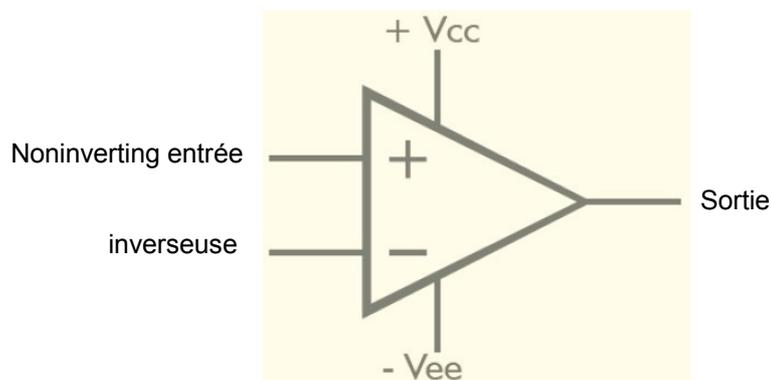
La structure interne d'un amplificateur opérationnel, bien qu'elle soit très complexe, parce qu'elle comprend des charges actives, miroirs de courant, etc., peut graphiquement être représentée comme un bloc composé par un amplificateur différentiel, une étape (s) additionnelle(s) de gain et normalement un émetteur suiveur classe B en contrephase, bien que pour certains cette dernière phase peut être constituée à la place par une sortie différentielle.

Diagramme en blocs de l'amplificateur opérationnel



L'amplificateur différentiel est constitué par une source de courant qui contrôle et provoque la polarisation de l'amplificateur différentiel. La résistance du collecteur est remplacée par une charge active, agissant comme source de courant d'impédance très haute ce qui permet d'obtenir un gain de tension considérablement plus élevé. Un émetteur suiveur final, excité par le signal amplifié augmente le niveau de l'impédance, qui permettent à l'EC un haut gain de tension. L'émetteur suiveur en contrephase classe B récupère le signal amplifié. Si l'alimentation est symétrique, idéalement la tension de sortie est égale à zéro quand la tension d'entrée l'est aussi. La valeur de sortie s'approchera toujours de la valeur maximale de l'alimentation symétrique, positive ou négative, selon la polarisation de l'entrée, diminué entre 1 et 2 V. en raison de la chute de tension interne de l'opérationnel. Si la tension d'entrée est inversement polarisée, la sortie est négative. Si elle est polarisé sans inversion, la sortie est positive.

Symbole électrique de l'Amplificateur Opérationnel



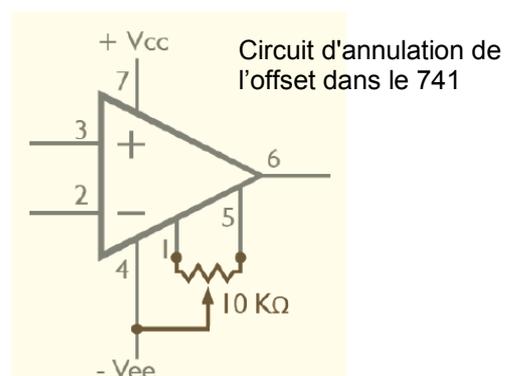
Introduction à l'Amplificateur Opérationnel, (continuation)

Par définition un amplificateur opérationnel fournit idéalement un gain de tension et impédance d'entrée infinies et en même temps une impédance de sortie égale à zéro.

Aussi la tension de sortie doit être égale à zéro quand il n'y a pas de signal d'entrée.

Dans la pratique, ceci n'est pas possible étant donné les polarisations et offsets d'un amplificateur différentiel.

Pour éliminer cette dérive, qui dans quelques circuits sera absolument indispensable, le fabricant représente normalement un circuit de compensation dans la feuille de caractéristique technique du circuit intégré.



Le 741

Le 741 Fairchild nomma $\mu A741$ son premier amplificateur monolithique amélioré, pour utilisation générique. Sa facilité et faible coût l'a catapulté à la catégorie de standard, et depuis lors divers fabricants développent la même opérationnel sous des dénominations légèrement différentes, comme MC741, LM741, etc. Cependant il est communément connu et identifié simplement comme 741.

Pin du 741



Ses caractéristiques dotent le 741 de la catégorie de générique, il peut être d'énorme utilité dans de une multitude d'applications mais aussi il s'avère insuffisant pour certaines exigences, où l'on doit chercher un opérationnel plus spécialisé.

Utilisé comme comparateur, vous devez principalement prendre en considération la vitesse de réponse. Le 741 incorpore un condensateur de compensation interne contre les oscillations sur le signal, mais en même temps il réduit et établit à quelle vitesse peut varier la réponse de tension, (SR.). Dans l'EDU-015, il est cependant négligeable.

Comparateurs de l'EDU-015 : il n'est pas nécessaire de considérer ce facteur.

Tableau de caractéristiques de base du 741 commun

R_o	Output Resistance	75 Ω
R_i	Input Resistance	2 M Ω
V_{io}	Input Offset Voltage	2 mV
I_{io}	Input Offset Current	20 nA
I_{ib}	Input Bias Current	80 nA
GBP	Gain Bandwidth Product	1 MHz
A_{vd}	Large Signal Voltage Gain	200 V/mv
CMR	Common Mode Rejection Ratio	90 dB
SR	Slew Rate	0,5 V/ μ s

Pratique 1. Le Comparateur.

Par son application, l'opérationnel peut être différencié en deux types de circuits, linéaires et non linéaires.

Dans les circuits linéaires constitués par un opérationnel, la sortie a la même forme de signal que l'entrée, sans qu'à aucun moment la saturation de l'opérationnel ne se produise. Quelques exemples de circuits linéaires développés avec amplificateur opérationnel seraient amplificateurs différentiels, amplificateurs non d'inverseur, inverseur, amplificateurs de courant, filtres, circuits de contrôle automatique de gain, etc.

Les circuits non linéaires constitués par des opérationnels sont ceux dans lesquels la forme de signal de la sortie est normalement différente de celle d'entrée, en raison de l'entrée en saturation à un certain moment du cycle d'entrée. Dans la présente pratique il sera décrit le processus de travail de l'opérationnel comme Comparateur, un exemple d'application non linéaire. Pour d'autres il peut être cité les convertisseurs de forme d'onde, l'intégrateur, le différenciateur, le générateur de signal, etc.

Le comparateur, comme l'indique sa dénomination, permet de comparer deux tensions et d'identifier la plus petite ou la plus grande, selon leur configuration.

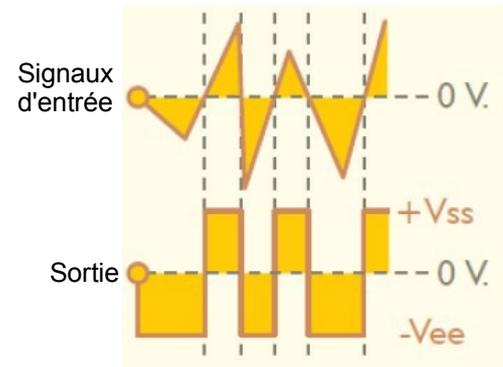
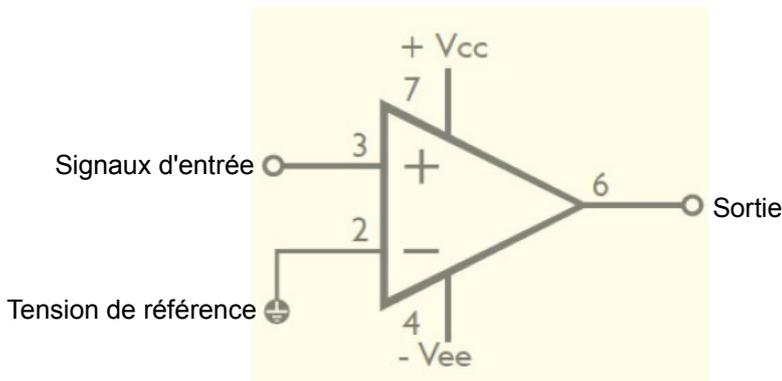
La sortie opère entre deux seuls états, haut niveau ou bas niveau. Tous les deux correspondent toujours respectivement à la tension d'alimentation positive, (+Vcc), et avec la négative (-Vee). L'une ou l'autre apparaîtront dans la sortie comme résultat de la comparaison.

Toutes les opérations ne sont pas aptes pour opérer comme Comparateur. Comme il était précédemment décrit, le 741 dispose d'un condensateur de compensation interne destiné à le protéger d'interférences sur le résultat du signal. Une protection qui dans un comparateur en plus d'inutile, limite la vitesse de réponse dans la comparaison. Ce paramètre est décisif dans des applications où le comparateur doit être très rapide, comme par exemple un convertisseur A/D. Par cette raison certains opérationnels omettent le condensateur de compensation ou permettent de l'établir extérieurement sur un pin du circuit intégré.

Bien que la vitesse de réponse, (SR.), est de 0.5 V/ μ s pour le 741, il existe d'autres circuits intégrés spécialisés, comme le LM361, ME521, LT1016 ou l'AM-685, où la SR est inférieure à 14ns.

Cependant, pour des applications où la comparaison requise ne doit pas être très rapide comme dans les pratiques de l'EDU-015, le 741 sera plus que suffisant.

Détecteur de Croisement par zéro



Un comparateur peut travailler avec deux tensions d'entrée variables, ou par rapport à une tension de référence. La tension de référence s'établit sur une des deux entrées, alors que la tension variable à comparer est appliquée à l'entrée libre. L'exemple de base serait le détecteur de croisement par zéro. Si on porte l'entrée inverseuse à masse, tout signal positive provoquera une sortie à haut niveau, alors qu'une entrée de signal négative situera la sortie à bas niveau. En d'autres termes, idéalement, la sortie passera de niveau haut à bas, chaque fois que l'entrée passera par zéro.

Pratique 2. Point de commutation différent à zéro.

Lorsque la tension de référence n'est pas zéro, le comparateur n'opère plus comme détecteur de croisement. Si en plus la référence de tension change, et par conséquent les deux entrées sont soumises à des valeurs variables, le comparateur devient plus complexe. La pratique 2 et 3 utilisent en plus une seule source d'alimentation, (- Vee connecte à masse), ce pourquoi la différence de réponse en ce qui concerne l'exemple précédent est encore plus grande.

La pratique 2 montre comment fonctionne un opérationnel avec point de commutation différent de zéro et avec une seule source d'alimentation. Que se passe-t-il quand seul le signal d'entrée variera par rapport à celui de référence, ou qu'arrivera-t-il quand l'entrée de référence sera établie sur l'entrée non d'inverseuse.

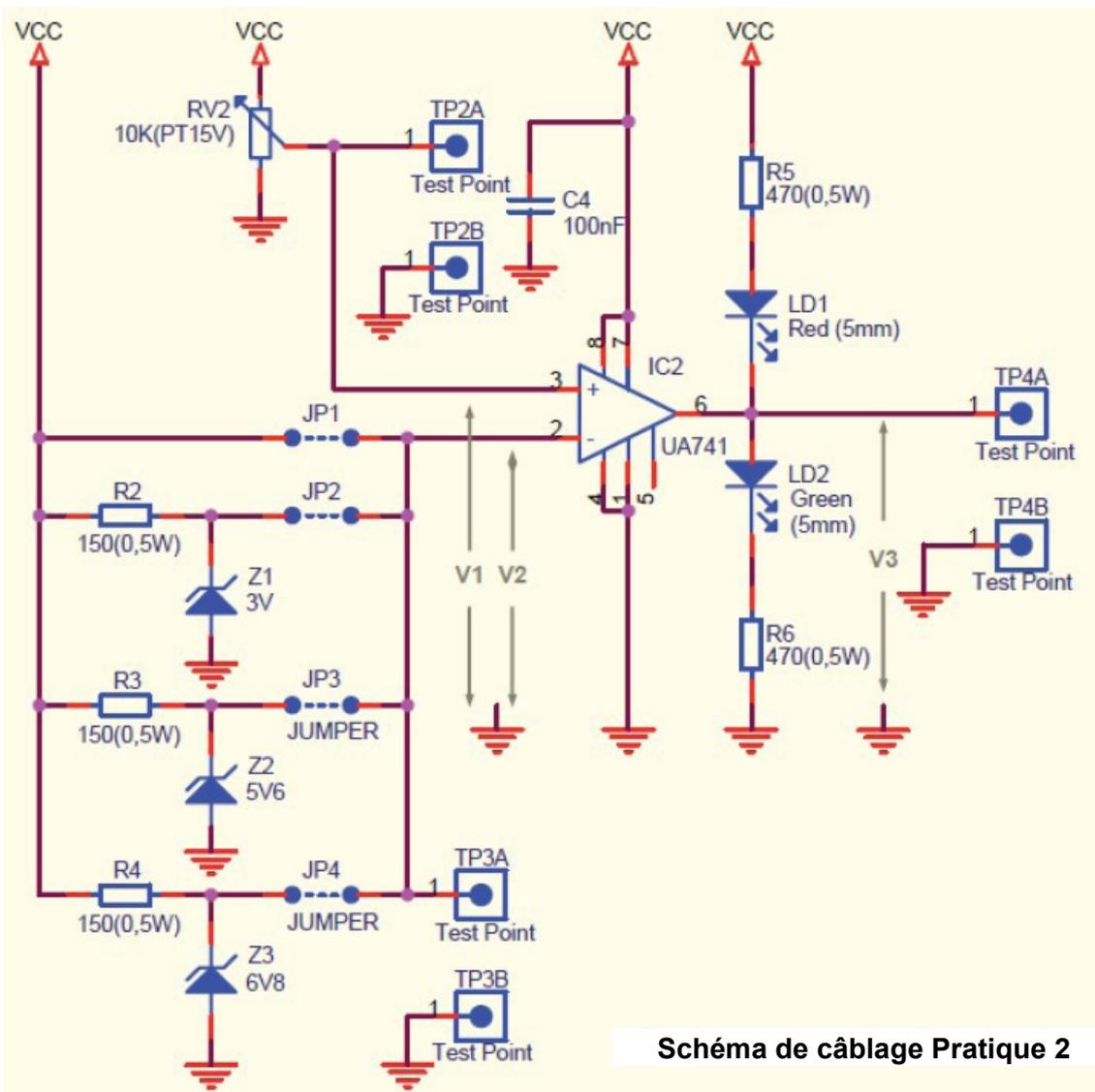


Schéma de câblage Pratique 2

Pour visualiser l'entrée de tension, (V1), appliquez un canal d'oscilloscope entre TP2A et TP2B. Placez un autre canal dans la sortie, entre TP4A et TP4B, (V3). Finalement, la tension de référence, (V2), à l'aide d'un voltmètre entre TP3A et TP3B. Le jumper permet de sélectionner entre quatre, la tension de référence. Trois sont fixées par zeners et une dernière connectée directement à Vcc, (9 V. approx). Le potentiomètre RV2, ajuste entre 0 et Vcc la tension sur l'entrée non inverseuse. L'objectif de la pratique est de vérifier pour chaque tension de référence, en élaborant un graphique d'entrée/sortie, en quel point le comparateur change de niveau bas à haut.

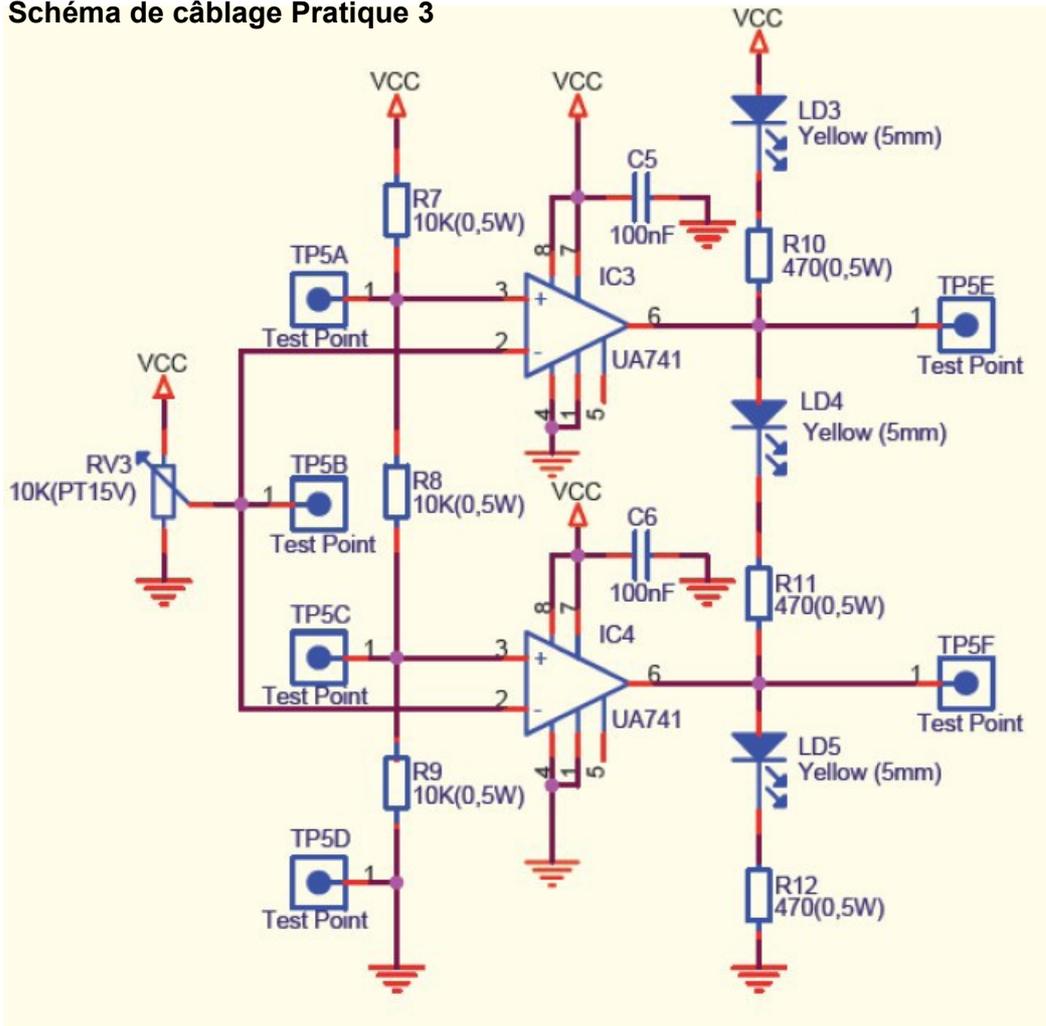
Note. Etant alimenté avec une seule source, et par la chute interne, les niveaux de sortie haut et bas du 741 se situent approx entre 2.5 et 7 V. Pour cette raison, à niveau haut seule la Led LD2 s'illuminera, alors qu'à niveau bas lui la Led LD1 s'illuminera complètement et la Led LD2 partiellement.

Pratique 3 - Comparateur de fenêtre.

Le comparateur de fenêtre permet d'établir à travers deux tensions de référence, un seuil ou une fenêtre de tension seulement entre laquelle fonctionnera la sortie.

Le circuit est obtenu reliant deux comparateurs chacun d'entre eux avec une tension de référence différente.

Schéma de câblage Pratique 3



La tension d'entrée commune, est ajustable entre 0 et Vcc est injectée aux entrées d'inverseur des deux opérationnel à travers le potentiomètre RV3. Les tensions de référence sont établies par un diviseur de tension 1 à 3 pour R7, R8 et R9. A travers ce réseau, la tension de référence dans IC3 est $2/3 V_{cc}$, alors que la tension de référence dans IC4 est $1/3 V_{cc}$.

La visualisation des différentes tensions est réalisée par rapport à un seul négatif ou une mise à la terre, (TP5D). La V. référence du premier opérationnel, (IC3) doit être placée sur TP5A. La V. référence du deuxième opérationnel, (IC4), sur TP5C. La tension d'entrée est obtenue à travers TP5B. La lecture du rendement IC3 est obtenue en TP5E, et celle de IC4 un sur TP5F.

Bien que le résultat ou la fenêtre du comparateur serait obtenu entre les deux sorties des deux comparateurs, (entre TP5E et TP5F). Néanmoins, la pratique a été configurée avec le but d'établir une table de vérité, pour indiquer entre quelles gammes de tension d'entrée se situe à haut niveau IC3, IC4 ou tous les deux, allumant chaque LED respectivement et illustrant plus amplement le mode de fonctionnement du comparateur de fenêtre.