

# ELEC1101 Projet d'électricité 1 – I Can't Stop The Music

## S2-S3 Prise en main du matériel et des démarches expérimentales de laboratoire

Le but de la première séance de laboratoire est de vous familiariser avec les principaux éléments que vous utiliserez tout au long du projet. Des montages simples, proposés ci-dessous, seront un bon prétexte à la prise en main du matériel.

En particulier, vous devriez, à la fin de cette première séance :

- pouvoir établir une référence de potentiel connue (connexions de masse des différents appareils) ;
- pouvoir établir des échelles T et V connues ;
- pouvoir établir une référence de phase connue (utilisation du trigger de l'oscilloscope) ;
- pouvoir utiliser à bon escient l'entrée DC (signal complet, avec la valeur moyenne) et AC (composante alternative, valeur moyenne soustraite).

Lisez attentivement la totalité de cette notice ; l'expérience a montré que certains des éléments d'information qui y sont donnés ne sont pas toujours acquis par les étudiants, ce qui a parfois conduit des groupes à perdre un temps considérable !

### 1. Matériel

#### 1.1. Les éléments de circuit passifs

Un certain nombre de composants passifs (résistances, capacités) sont à votre disposition, dans des plages étendues de valeurs.

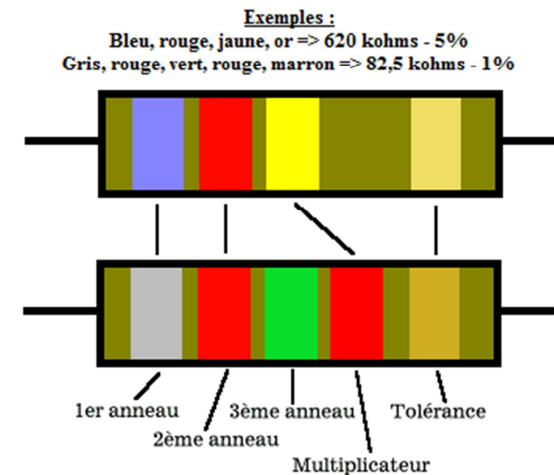
On peut connaître la valeur d'un composant de diverses manières.

##### *Par lecture sur le composant lui-même*

Les valeurs des capacités sont généralement mentionnées textuellement. Les valeurs des résistances peuvent être déduites de l'analyse des anneaux de couleur qui y sont associés, à partir du « code couleur » repris ci-contre.

Valeurs courantes : multiples des valeurs dans la série de Renard E12.

Couleur	1er anneau	2ème anneau	3ème anneau	Multiplicateur	Tolérance
Noir	0	0	0	1 ohm	
Marron	1	1	1	10 ohms	+/-1%
Rouge	2	2	2	100 ohms	+/- 2%
Orange	3	3	3	1 kohm	
Jaune	4	4	4	10 kohms	
Vert	5	5	5	100 kohms	+/- 0,5%
Bleu	6	6	6	1 Mohm	+/- 0,25%
Violet	7	7	7	10 Mohms	+/- 0,10%
Gris	8	8	8		+/- 0,05%
Blanc	9	9	9		
Or				0,1	+/- 5%



E12 :

10 12 15 18 22 27 33 39 47 56 68 82

### Par mesure

Les valeurs des composants peuvent aussi être mesurées au multimètre.

### Lecture ou mesure ?

Ces deux approches sont en fait complémentaires. La lecture permet un choix rapide parmi un lot de composants ; elle permet également, une fois un montage réalisé, de vérifier directement la valeur du composant. La mesure permet quant à elle d'évaluer plus finement les éléments, ceux-ci pouvant comporter une incertitude potentiellement importante (5% pour les résistances utilisées dans le projet).

### Bon à savoir :

*Si les valeurs par défaut des composants fournies par LTspice sont des grandeurs « rondes » (1kOhm,...), et si le réflexe peut être d'en faire autant dans le choix des composants pour les montages expérimentaux, ceci n'est en rien justifié, en général ! S'il n'y a pas de résistance de 1kOhm disponible, peut-être qu'une autre, de 1.2kOhm (ou 6.2kOhm ? ou ... ?), fournira d'aussi bons résultats !*

*Le choix des valeurs des composants doit pouvoir être justifié !*

### 1.2. Les plaquettes de test (« breadboards »)

Chaque groupe dispose de deux plaquettes de test. Celles-ci sont constituées d'une matrice de points de connexion destinés à enficher les composants. Les écarts entre points sont standards et conviennent au montage des composants intégrés (amplis op, ...).

Les lignes verticales gauches et droites, marquées par des traits rouges ou bleus, sont équipotentielles (sur toute la longueur **ou par moitié, selon les cas**). Elles peuvent être utilisées, par exemple, comme lignes d'alimentation pour les composants nécessitant une même tension d'alimentation DC (amplis op, ...).

Les lignes horizontales des deux régions centrales sont également équipotentielles (Par exemple, A3, B3, C3, D3 et E3 sont au même potentiel). Elles peuvent être utilisées pour le montage du circuit. Le placement des composants intégrés nécessitant a priori autant de points de connexion indépendants que leur nombre de bornes, on les placera en longueur sur les lignes E et F.

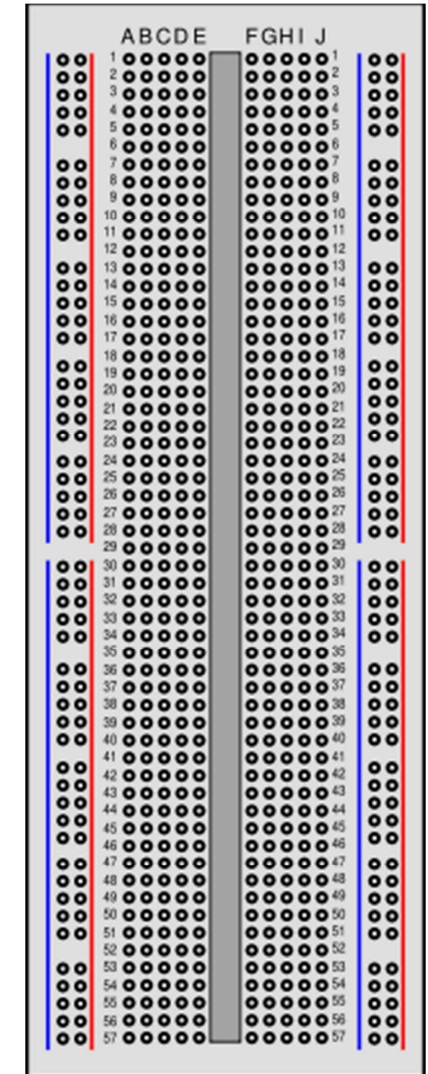
### Avant toute mise sous tension, soyez sûrs de votre montage !

*Du fait des équipotentielles, soyez soigneux dans vos montages, afin d'éviter les courts-circuits accidentels ;*

*Veillez, dans vos câblages, à bien différencier les lignes d'alimentation DC : une permutation involontaire des lignes de tension positive et négative peut par exemple conduire à la destruction des amplis op, ceux-ci ne supportant pas l'inversion de leurs tensions d'alimentation !*

### Ne pas enfoncer les pointes des sondes d'oscilloscope dans les trous des plaquettes

*Les plaquettes de test sont fragiles ; les connexions se font par l'intermédiaire de fils métalliques parallèles placés sous la matrice de trous ; ceux-ci ont une certaine élasticité mais un écartement trop grand peut se maintenir, de sorte que l'utilisation ultérieure avec des composants aux pattes plus fines peut engendrer des mauvais contacts ; les sondes d'oscilloscope (voir plus loin) sont typiquement des pointes trop grosses pour ces plaquettes*



### 1.3. Les sources AC (générateurs de fonctions)

Les générateurs disponibles au laboratoire permettent la génération de signaux :

De différentes formes : sinusoïdale, triangulaire, carrée, ...

De différentes fréquences : elles sont visibles sur la source elle-même

De différentes amplitudes : elles ne sont pas visibles sur la source et doivent être mesurées

#### Bon à savoir :

*Il est possible de régler l'offset DC du signal ; notez que la présence d'une tension d'offset, même faible, peut avoir des conséquences importantes sur les résultats de certains montages !*

*Il est possible de régler le rapport cyclique du signal, ce qui permet par exemple de modifier le rapport des plateaux haut et bas d'un signal carré*

Une notice : [http://www.icampus.ucl.ac.be/claroline/course/index.php?cid=ELEC\\_LAB\\_FM](http://www.icampus.ucl.ac.be/claroline/course/index.php?cid=ELEC_LAB_FM)

#### Attention !

*L'amplitude des tensions n'étant pas visible sur le générateur, il est utile d'en connaître la valeur, par mesure, **avant et après** avoir effectué le branchement au circuit. Certains composants pourraient ne pas supporter des tensions d'entrée trop importantes (voir datasheets).*

### 1.4. L'oscilloscope

L'oscilloscope dispose de deux canaux de mesure ainsi qu'une entrée externe de synchronisation. Les mesures se font soit au moyen de sondes ou probes (NB : « une » sonde mais « un » probe !), soit par le biais d'un câble coaxial. Les entrées peuvent être couplées en mode AC (capacité en série) ou en mode DC (connexion directe).

#### Bon à savoir :

*Les sondes ont un gain réglable (1 ou 10) ; le gain choisi doit être renseigné à l'oscilloscope, sous peine de lire des résultats présentant un facteur 10 !*

*Afin d'éliminer du montage l'influence des paramètres électriques de la sonde (voir note 2 d'apprentissage LTspice), celle-ci doit être compensée proprement*

Une notice : [http://www.icampus.ucl.ac.be/claroline/course/index.php?cid=ELEC\\_LAB\\_FM](http://www.icampus.ucl.ac.be/claroline/course/index.php?cid=ELEC_LAB_FM)

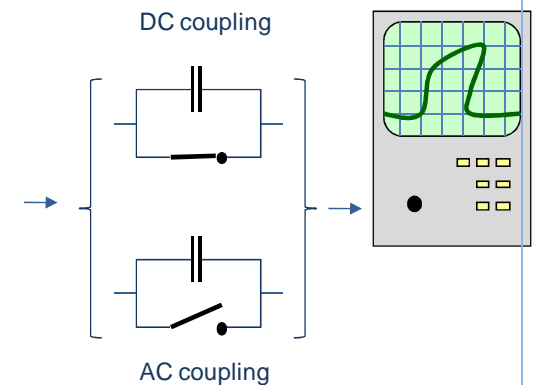
#### Attention !

*Les sondes sont fragiles et coûteuses*

*Ne tirez pas sur le câble de manière inconsidérée au risque de provoquer des faux contacts dans la sonde ou dans le connecteur*

*Ne les plantez pas dans les plaquettes de test, sous peine de détériorer les plaquettes mais, plus grave, d'abîmer la pointe des probes*

*Rangez soigneusement les sondes dans les tiroirs avant de quitter le laboratoire*



## 2. Premier montage : réalisation et mesure d'un RC série

### 2.1. Sinusoïde et référence de temps

Réaliser un diviseur résistif en utilisant des résistances de valeur supérieure à 1 k $\Omega$ . Appliquer à partir du générateur une sinusoïde de 200mV d'amplitude à la fréquence de 1 kHz.

Faire apparaître sur l'oscilloscope les valeurs de tension aux nœuds A et B.

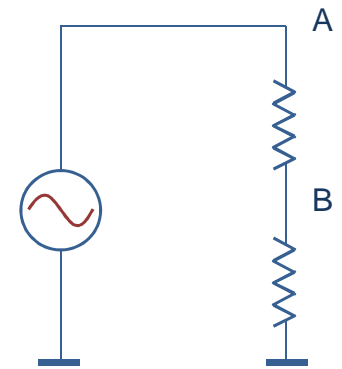
Synchroniser l'oscilloscope à partir de l'entrée de synchronisation externe. Les générateurs de fonction délivrent un signal de synchronisation carré, indépendant de la forme et des réglages d'amplitudes du signal de sortie (à l'arrière, borne marquée TTL CMOS).

Le générateur de signaux permet d'appliquer à la sinusoïde un décalage (offset). Appliquer +1 V.

Dans ce cas, qu'observez vous lorsque l'on se trouve en *DC coupling* sur l'oscilloscope ? Et en *AC coupling*?

### 2.2. Diviseur RC

Remplacer la résistance entre B et la masse par un condensateur tel que le déphasage entre A et B soit d'environ 45° à 1 kHz. Observer ce déphasage à l'oscilloscope. Prédire les modifications que l'on s'attend à observer sur la tension au point B quand la fréquence augmente ou diminue. Faire l'expérience pour vérifier.



## 3. Montages élémentaires utilisant des amplificateurs opérationnels

### 3.1. Amplificateurs opérationnels

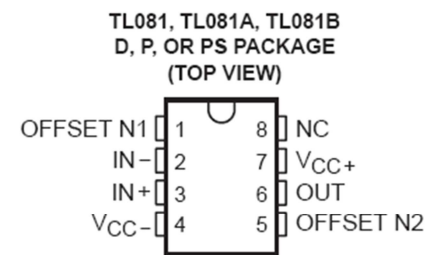
Les amplificateurs opérationnels utilisés dans le cadre du projet sont en général des TL081 et TL082 (la différence entre ces deux éléments étant le nombre d'amplificateurs disponibles sur le chip, soit respectivement 1 et 2). Le TL082 est l'ampli utilisé en exemple dans les transparents du cours ELEC1370.

#### Bon à savoir :

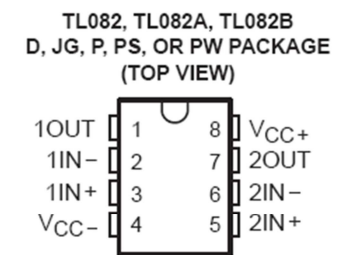
*Les données techniques (datasheets) de ces éléments sont disponibles sur le site du cours ; elles reprennent un ensemble très complet d'informations sur les composants, ainsi que certains exemples de mise en œuvre.*

#### Attention !

*Les bornes d'alimentation DC (VCC+ et VCC-) des amplis ne sont pas localisées au même endroit sur le TL081 et sur le TL082 !*



NC – No internal connection



### 3.2. Les sources DC

Les générateurs de tension DC à votre disposition comportent deux sources réglables, pouvant être rendues dépendantes ou indépendantes. Chacune fournit, entre ses bornes rouge et noire, une tension qui peut être ajustée et affichée par le générateur.

Vous disposez également d'une source fixe d'alimentation à +15 et -15 V spécialement prévue pour l'alimentation d'amplificateurs opérationnels.

#### *Bon à savoir :*

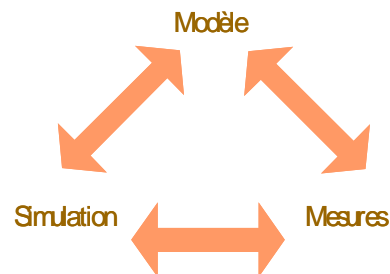
*Il est possible de limiter le courant maximum fourni par les sources, pour les protéger en cas de court-circuit.*

Une notice : [http://www.icampus.ucl.ac.be/claroline/course/index.php?cid=ELEC\\_LAB\\_FM](http://www.icampus.ucl.ac.be/claroline/course/index.php?cid=ELEC_LAB_FM)

#### *Avant de venir au laboratoire : calculer et simuler*

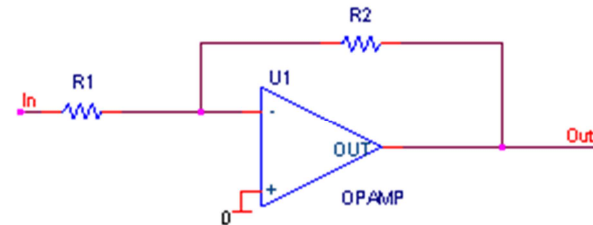
**Construire un montage est peu utile tant que l'on n'est pas capable de décrire a priori son fonctionnement et les signaux que l'on s'attend à mesurer. L'information que donne le laboratoire réside principalement dans les différences (parfois surprenantes) entre les résultats prévus par un rapide calcul ou par simulation et ceux que l'on obtient.**

**Il faut être capable de prédire la valeur approximative des tensions en chaque nœud avant de les observer, c'est-à-dire capable de choisir l'échelle sur l'oscilloscope avant de poser la sonde.**



### 3.3. Non idéalités des amplificateurs opérationnels dans des montages simples

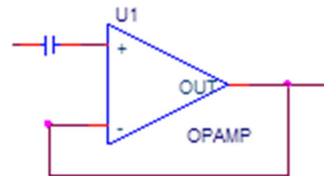
#### 3.3.1. Amplificateur inverseur



- Construire, autour d'un amplificateur opérationnel, un montage qui réalise une amplification inversée. Déterminez le gain de ce montage. Mettre en entrée un signal de 1V d'amplitude et de fréquence 1kHz. Utiliser des résistances d'au moins 650  $\Omega$ . Montrer l'amplification pour un gain de 10, un gain de 0.1.
- Que se passe-t-il si on met un gain de 100 ? Quelle est la limite ?
- Si on augmente la fréquence, pour un gain de 10, le montage fonctionne-t-il toujours ? à 100kHz ? à 1MHz ? à 10MHz ?
- Placer une résistance de 100  $\Omega$  vers la masse en sortie de l'amplificateur opérationnel (toujours avec un gain de 10). Augmenter progressivement l'amplitude du signal d'entrée. Qu'observez-vous ?
- Retirer le signal d'entrée et connecter directement à la masse l'entrée du circuit. Adapter les résistances de manière à avoir un gain de 1000. Qu'observez-vous à la sortie du montage ?

#### 3.3.2. Montage suiveur

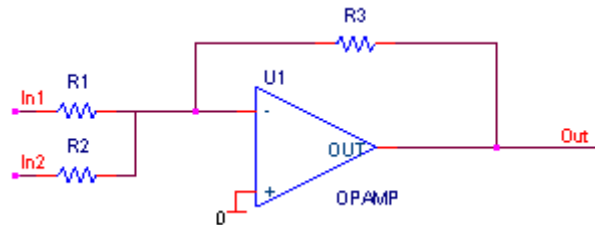
- Construire le montage suiveur ci-joint avec un tension d'entrée d'amplitude de 100mV à quelques kHz et une composante DC de 1V. On veut utiliser une capacité de l'ordre de 1nF afin de bloquer la composante continue.



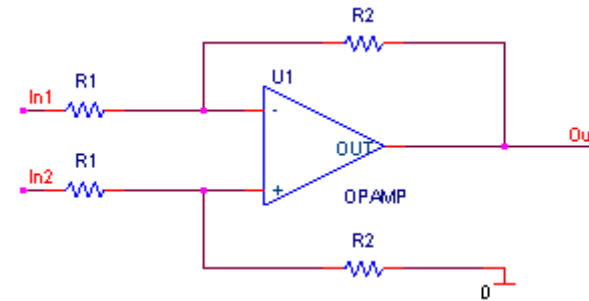
- Observer le signal à l'oscilloscope et expliquer. Est-ce cohérent avec le fonctionnement idéal d'un amplificateur opérationnel ?
- Que se passe-t-il si on enlève la composante continue du signal d'entrée ?

### 3.4. Somme et différence de deux signaux

- Construire, autour d'un amplificateur opérationnel, un montage qui réalise la différence entre un signal triangulaire de 1V d'amplitude fourni par le générateur et un signal continu  $v_{ref}$  fourni par une source DC, ajusté entre 0 et 1V. Visualiser sur l'oscilloscope le signal différence.



$$v_{out} = -\frac{R_3}{R_1}v_{in1} - \frac{R_3}{R_2}v_{in2}$$



$$v_{out} = -\frac{R_2}{R_1}v_{in1} + \frac{R_2}{R_1}v_{in2}$$

- Pouvez-vous redémontrer les équations du sommateur et du soustracteur ? Quelle est l'équation du soustracteur lorsque les 4 résistances ont des valeurs différentes ?

### 3.5. Intégrateur

- Déterminer les valeurs des composants du circuit ci-contre pour que la fréquence de coupure de l'intégrateur soit proche de 10kHz.
- Construire un montage selon le schéma de l'intégrateur donné ci-contre.
- Mettre le générateur DC sous tension pour alimenter l'ampli.
- Appliquer un signal sinusoïdal d'amplitude 1V et de fréquence variant entre 1kHz et 1MHz. Qu'observez-vous à la sortie ? Est-ce fidèle à vos estimations ? A quoi peut servir ce montage ?
- Enlevez la résistance R2 et appliquez les mêmes conditions. Qu'observez-vous à la sortie ? Est-ce fidèle à vos estimations ? A quoi peut servir ce montage ?

