

# Devoir N° 4 : Montages électroniques pour des applications audio



## Exercice n° 1 : Un préamplificateur pour microphone électrodynamique

Afin de pouvoir utiliser un microphone électrodynamique comme source d'entrée sur un équipement audio nous vous proposons le montage représenté sur la figure 1 ci-dessous dans lequel on considère que l'amplificateur opérationnel est parfait et fonctionne en régime linéaire. La liaison symétrique par un câble blindé permet d'effectuer une liaison de très bonne qualité sur quelques dizaines de mètres.

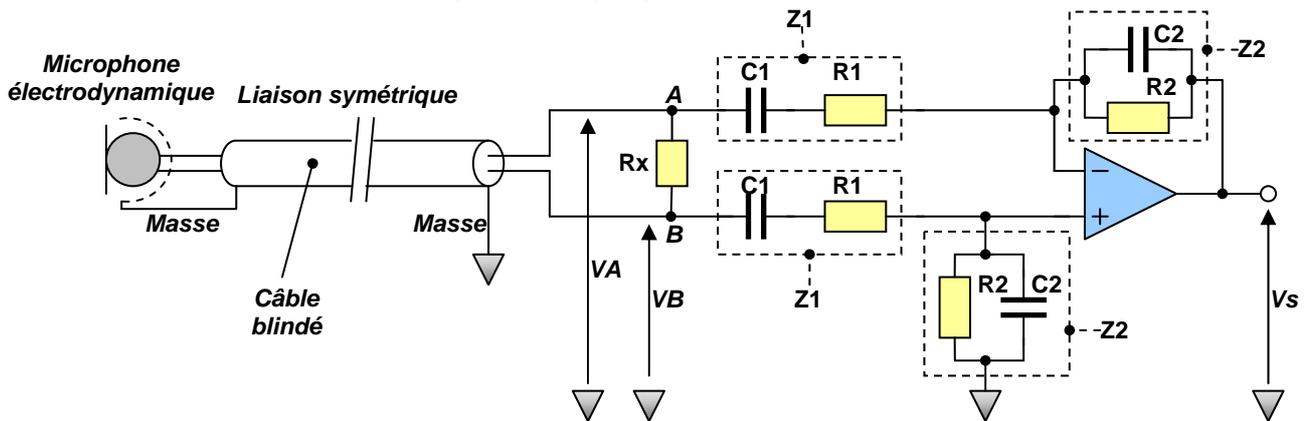


Figure 1 : Préamplificateur pour microphone électrodynamique

Q1 : Exprimer les impédances  $Z1$  en fonction de  $R1$ ,  $C1$  et  $j\omega$  et  $Z2$  en fonction de  $R2$ ,  $C2$  et  $j\omega$ .

Q2 : Montrer que ce montage réalise l'opération :  $T(j\omega) = \frac{Vs(j\omega)}{VB(j\omega) - VA(j\omega)} = \frac{Z2}{Z1}$

Q3 : Exprimer alors la fonction de transfert du montage sous la forme :  $T(j\omega) = K \cdot \frac{j\omega}{1 + \frac{j\omega}{\omega C1}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{j\omega}{\omega C2}}$

Q4 : On fixe  $fc1=20\text{Hz}$ ,  $fc2=18\text{kHz}$  et un coefficient  $K=50$ . Tracer le diagramme de Bode asymptotique de cette fonction de transfert uniquement en gain. En déduire l'allure du tracé réel.

Q5 : On fixe  $R1=3,6\text{k}\Omega$ . En déduire les valeurs des composants  $C1$ ,  $R2$  et  $C2$  en proposant des valeurs normalisées (E24 pour les résistances et E12 pour les condensateurs).

Q6 : On souhaite que dans la bande passante de ce montage l'impédance d'entrée vue entre les 2 points A et B du montage soit de  $600\Omega$ . En déduire une valeur pour la résistance  $Rx$ .

## Exercice n° 2 : Etude d'un vumètre audio

### Contexte de l'étude

Le schéma synoptique du vumètre audio est représenté sur la figure 1 ci-dessous. Il se connecte à la sortie de l'amplificateur audio et en parallèle avec le haut parleur. On utilise un circuit spécialisé LM3914 pour l'affichage du niveau de puissance sur un bargraph à 10 LEDs.

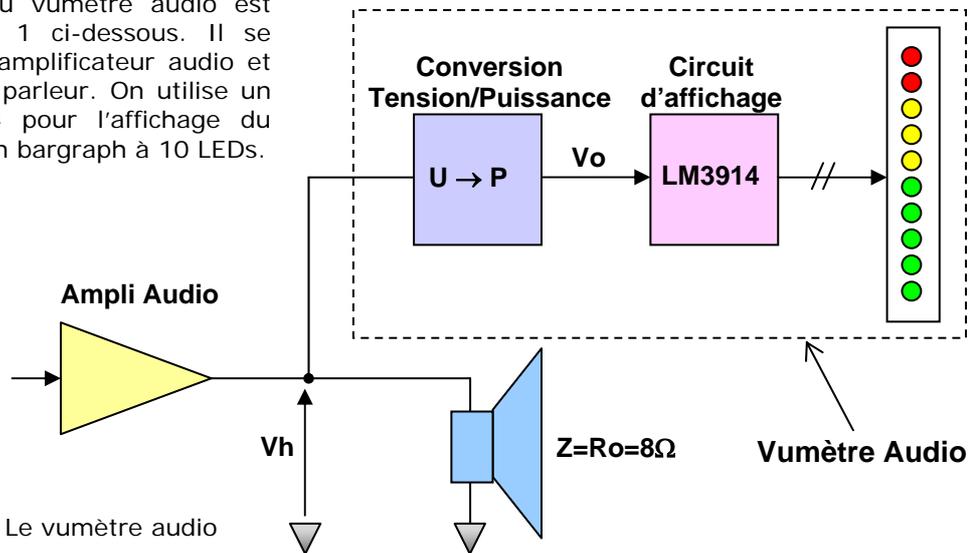


Figure 1 : Le vumètre audio

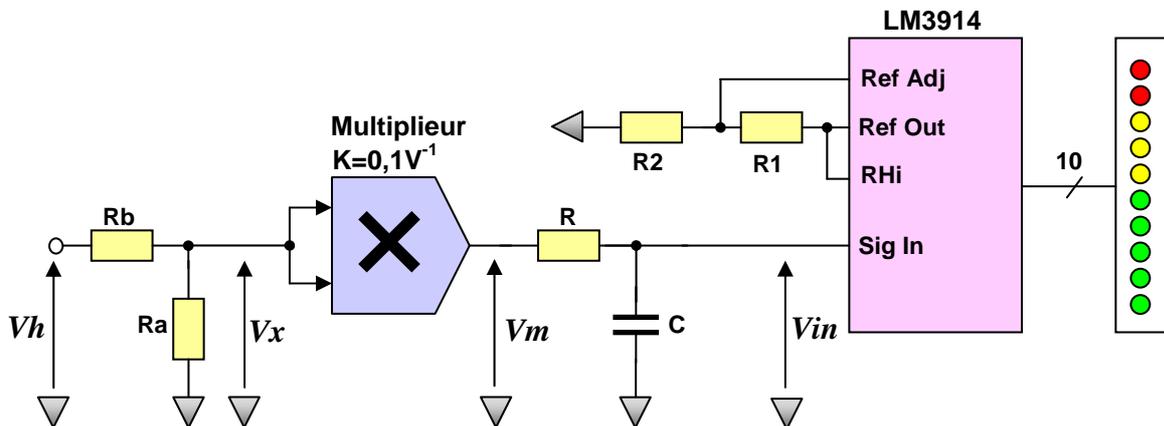
### Etude du montage

**Q1 :** Si  $V_{h\text{eff}}$  désigne la valeur efficace de la tension  $V_h$ , exprimer la puissance  $P$  délivrée dans le haut-parleur en fonction de  $V_{h\text{eff}}$  et  $R_o$ .

**Q2 :** Si l'on considère que  $V_h$  est momentanément un signal sinusoïdal, quelle est l'amplitude crête de  $V_h$  si la puissance atteint la valeur de 50W ?

On propose pour la réalisation du vumètre audio le montage simplifié ci-dessous mettant en œuvre un multiplieur analogique suivi d'un filtre passe bas.

On rappelle la propriété suivante :  $V_{\text{eff}}^2 = \langle v(t)^2 \rangle$  ou  $\langle . \rangle$  désigne la valeur moyenne.



**Q3 :** Exprimer  $V_m$  en fonction de  $V_h$ ,  $K$ ,  $R_a$  et  $R_b$ .

**Q4 :** Dans quelles conditions obtient on  $V_{in} = \langle V_m \rangle$  ? On fixe un temps de réponse pour l'affichage du Bargraph de 100ms. Quelle est alors la fréquence de coupure du circuit RC ? Cette fréquence est elle compatible avec l'utilisation de ce vumètre ?

**Q5 :** En utilisant les résultats des questions précédentes, montrer que  $V_{in}$  est l'image de la puissance délivrée dans le haut parleur et que la relation est de la forme :  $V_{in} = \alpha \cdot P$  où  $\alpha$  est une fonction de  $K$ ,  $R_o$ ,  $R_a$  et  $R_b$ .

**Q6 :** Quelle est l'unité du coefficient  $\alpha$  ? On désire obtenir un niveau  $V_{in} = 2,5V$  pour une puissance  $P=50W$ . En déduire le rapport  $R_b/R_a$ .

**Q7 :** En utilisant l'extrait de documentation fournie pour le circuit LM3914, proposer des valeurs pour les composants  $R_1$  et  $R_2$  afin d'obtenir :

- L'affichage des 10 LEDs pour une puissance P de 50W
- un courant par LED de 5mA

**Q8** : Tracer la caractéristique nombre de LED affichée en fonction de la puissance P.

**Q9** : Sachant que ce dispositif doit servir pour un équipement audio HiFi, comment simplement limiter la bande passante de la mesure à une fréquence de 20kHz ?

**Q10** : Proposer une simulation LTSpice permettant d'illustrer le fonctionnement de ce vumètre audio.



February 2003

## LM3914 Dot/Bar Display Driver

### General Description

The LM3914 is a monolithic integrated circuit that senses analog voltage levels and drives 10 LEDs, providing a linear analog display. A single pin changes the display from a moving dot to a bar graph. Current drive to the LEDs is regulated and programmable, eliminating the need for resistors. This feature is one that allows operation of the whole system from less than 3V.

The circuit contains its own adjustable reference and accurate 10-step voltage divider. The low-bias-current input buffer accepts signals down to ground, or  $V^-$ , yet needs no protection against inputs of 35V above or below ground. The buffer drives 10 individual comparators referenced to the precision divider. Indication non-linearity can thus be held typically to 1/2%, even over a wide temperature range.

Versatility was designed into the LM3914 so that controller, visual alarm, and expanded scale functions are easily added on to the display system. The circuit can drive LEDs of many colors, or low-current incandescent lamps. Many LM3914s can be "chained" to form displays of 20 to over 100 segments. Both ends of the voltage divider are externally available so that 2 drivers can be made into a zero-center meter.

The LM3914 is very easy to apply as an analog meter circuit. A 1.2V full-scale meter requires only 1 resistor and a single 3V to 15V supply in addition to the 10 display LEDs. If the 1 resistor is a pot, it becomes the LED brightness control. The simplified block diagram illustrates this extremely simple external circuitry.

When in the dot mode, there is a small amount of overlap or "fade" (about 1 mV) between segments. This assures that at no time will all LEDs be "OFF", and thus any ambiguous display is avoided. Various novel displays are possible.

Much of the display flexibility derives from the fact that all outputs are individual, DC regulated currents. Various effects can be achieved by modulating these currents. The individual outputs can drive a transistor as well as a LED at the same time, so controller functions including "staging" control can be performed. The LM3914 can also act as a programmer, or sequencer.

The LM3914 is rated for operation from 0°C to +70°C. The LM3914N-1 is available in an 18-lead molded (N) package.

The following typical application illustrates adjusting of the reference to a desired value, and proper grounding for accurate operation, and avoiding oscillations.

### Features

- Drives LEDs, LCDs or vacuum fluorescents
- Bar or dot display mode externally selectable by user
- Expandable to displays of 100 steps
- Internal voltage reference from 1.2V to 12V
- Operates with single supply of less than 3V
- Inputs operate down to ground
- Output current programmable from 2 mA to 30 mA
- No multiplex switching or interaction between outputs
- Input withstands  $\pm 35V$  without damage or false outputs
- LED driver outputs are current regulated, open-collectors
- Outputs can interface with TTL or CMOS logic
- The internal 10-step divider is floating and can be referenced to a wide range of voltages

