

2^{ème} séance : Instrumentation et Circuits RC

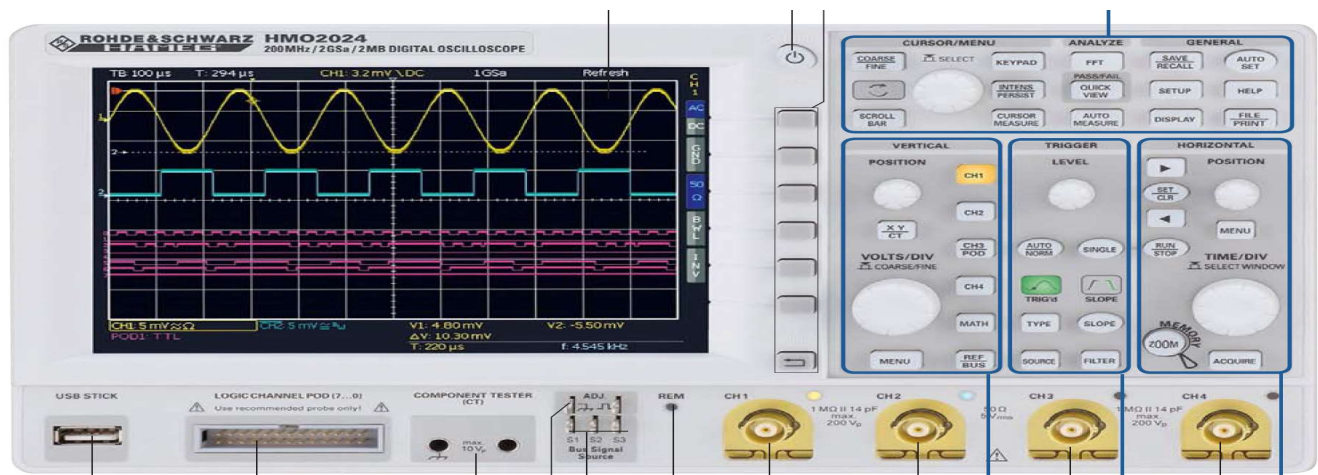
A. OBJECTIFS

- Familiarisation avec les appareils de base d'un laboratoire, revoir certaines de leurs fonctions et préciser, voire découvrir leurs possibilités et leurs particularités.
- Vérification le régime harmonique et transitoire des circuits passifs linéaires.
- Mesurer la fonction de transfert en phase et en amplitude d'un circuit RC passe-haut et d'un circuit RC passe-bas.
- Mesurer les fréquences de coupures.

B. LABORATOIRE

Oscilloscope

Généralités: L'oscilloscope à mémoire numérique **HM0724** (70 MHz) ou **HMO2024** (200



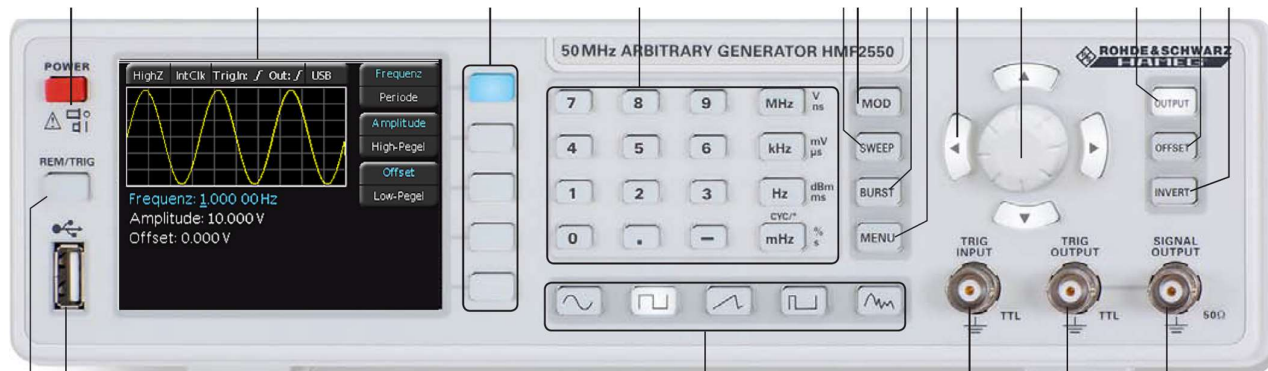
MHz) dispose de 4 voies oucanaux sélectionnés par les touches **CH1**, **CH2**, **CH3** et **CH4** de la zone VERTICAL. Les signaux et leurs caractéristiques apparaissent dans la couleur d'éclairage de ces touches. Ces mêmes touches permettent d'activer ou désactiver l'affichage des signaux.

Les 4 zones sur le côté droit de l'écran regroupent toutes les fonctions de réglage et de calcul. Ainsi traces et grille peuvent-elles être plus ou moins intenses selon les facteurs attribués lors de la dernière utilisation de l'oscilloscope.

La sélection d'un canal par simple pression sur le bouton numéroté correspondant laisse apparaître les réglages de base AC/DC/GND(Ground)/BWL/INV [HM0724] ou AC/DC/GND (Ground)/50Ω/BWL/INV [HM 2024]

- Parcourir les réglages des 4 canaux. (Pour le HM 2024 vérifier que le réglage **50Ω** n'est pas activé).
- Parcourir les différents menus des 4 zones, ceux-ci s'affichent avec leurs options disponibles sur le côté droit de l'écran. Les boutons en regard de ces options donnent accès aux réglages possibles par simples pressions successives.
- Vérifier que le couplage DC est activé.

Générateur de fonctions HMF2525



➤ Le générateur étant branché à l'une des entrées de l'oscilloscope, observer l'effet des commandes: Sinus, Triangle, Carrée (Forme d'onde).

Rq :- Amplitude dans le programme de ce générateur signifie valeur crête à crête alors dans l'usage courant elle signifie seulement la valeur crête.

- Le générateur de fonction à une résistance interne de 50 Ω .

- Imposer $u_1(t) = 2 + 3 \sin(2\pi f t)$ [V] $f = 1$ kHz. La valeur DC est fixée par l'offset.
- Envoyer $u_1(t)$ sur le canal 1 de l'oscilloscope et observer le signal en appuyant sur la touche **Auto Set**. Appuyer à nouveau sur **Auto Set** afin de rafraîchir l'écran et de faire disparaître l'affichage des paramètres demandés lors de la session antérieure.

Les paramètres qui apparaissent sur la zone d'affichage sont relativement explicites. On y voit:

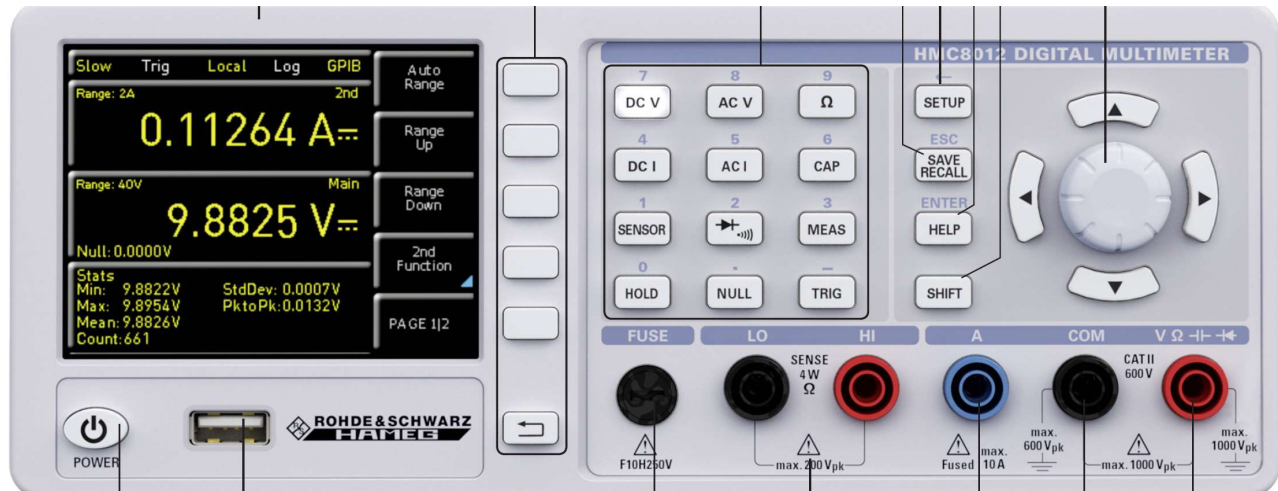
- au-dessus de la grille: le calibre en temps (TB), la position temporelle du point de déclenchement par rapport au réglage normal (T), le seuil de déclenchement (CHx: .. mV ou V), le taux d'acquisition;
- Le point de déclenchement est signalé par une croix droite encerclée au croisement des marqueurs T et Level;
- au-dessous de la grille: les calibres de tension appliqués aux canaux; est encadré celui de la voie activée;
- à gauche de la grille: les potentiels de référence des voies pointés par des flèches portant les numéros de celles-ci.

Les calibres en tension et en temps sont modifiés grâce aux boutons moletés **VOLTS/DIV** et **TIME/DIV** selon les séquences respectives 1, 2, 5, 10 ... dans le cas d'un réglage grossier (**COARSE**).

Le réglage fin (**FINE**), obtenu par pression sur le bouton moleté, modifie le calibre par pas de 0.1 mV, 1 mV ou 10 mV selon les conditions initiales.

- Actionner le couplage DC puis le couplage AC de l'oscilloscope et observer la différence.
- Observer l'effet du réglage de la fréquence ; de l'amplitude et de l'Offset.

Multimètre



Généralités : Les multimètres à disposition permettent tous de faire les mesures classiques de tension et de courant, continus et alternatifs, de résistance et de capacité.

Mesure de signaux continus

Sous le symbole DCV (res. DCI) un multimètre numérique donne la valeur continue de la tension (resp. du courant).

Rq : Une tension se mesure en parallèle et un courant en série.

Mesure de signaux alternatifs

Sous le symbole AC, un multimètre numérique calcule généralement la vraie valeur efficace Soit pour un signal sinusoïdal en tension:

$$U_{eff} = \sqrt{u(t)^2} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^t (\hat{U} \sin(2\pi ft))^2} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$$

$\hat{U}$ la valeur maximal ou valeur crête du signal.

On notera ici que le multimètre HMC8012 ne garantit plus la mesure des signaux alternatif au-delà de 300-400 KHz.

- Mesurer les composantes du signal $u_1(t)$ (c.à.d. $\hat{U}_1$; U_{1DC} et f) au Multimètre et comparer les valeurs à ceux données par l'oscilloscope. (Utiliser la fonction « 2nd Function » pour visualiser deux mesures à la fois ex : (U_{1eff} ; U_{1DC}) puis (U_{1eff} ; f).

Alimentation de laboratoire (source de tension continue réglable) HMP2030



Il s'agit d'une source flottante à 3 canaux isolés électriquement (flottante car **aucune borne n'est reliée à la terre du réseau** $\perp$). La tension, qui peut varier entre 0 et 32 V, se mesure entre les bornes + et - (**et non pas** $\perp$).

Les sources de laboratoire comportent généralement un dispositif de protection qui limite le courant maximal qu'elles peuvent débiter (par exemple en cas de court-circuit en sortie). Sur cette source, le courant maximum est réglable entre 0 et 5 A.

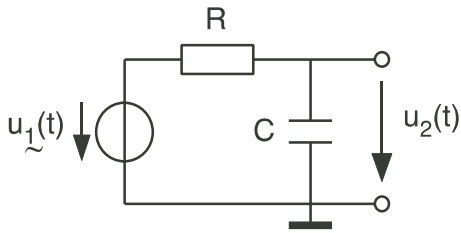
Une fois le bouton OUTPUT actionné, la tension est débitée sur le canal correspondant et l'affichage n'indique plus le courant de sécurité mais le courant débité par l'appareil. Si le courant débité dépasse le courant de sécurité, le bouton CH correspondant devient rouge et la tension baisse à zéro.

La source de tension continue à une résistance interne de presque nulle.

- Imposer $u_1(t) = 2 + 3 \sin(2\pi ft)$ [V] $f = 1$ kHz. La valeur DC étant donnée par l'Alim HMP 2030 cette fois.
- Mesurer les composantes du signal $u_1(t)$ au Multimètre et comparer aux résultats précédents.
- Intervertir le générateur de fonction et l'Alim, refaire la mesure et commenter.

Circuit RC passe-bas

Seule cette partie est à rendre



$$u_1(t) = U_1 \sin \omega t$$

$$R = 10 \text{ k}\Omega$$

$$C = 10 \text{ nF}$$

Imposer $u_1(t) = 3 \sin(2\pi f t)$ [V]
 $f = 1 \text{ kHz}$.

- Envoyer $u_1(t)$ sur le canal 1 et $u_2(t)$ sur le canal 2 de l'oscilloscope. $u_1(t)$ et $u_2(t)$ doivent apparaître dans les couleurs des voies correspondantes
- Aligner les deux signaux sur le même axe horizontal en déplaçant les lignes de masse des canaux utilisés vers le centre de la zone d'affichage (bouton molleté **POSITION**). Dans le champ de la grille, et en surimpression, vous devez voir apparaître la valeur relative de CH1 (ou CH2) suivre le mouvement des lignes de masse jusqu'à "0.00 V".
- Actionner le canal 2 puis la fonction **QUICK VIEW**. Comparer les données à ceux prévus théoriquement.
- Mesurer le déphasage entre les 2 signaux en utilisant le menu **AUTOMEASURE** :

Mesure de phase par « automeasure » :

Étapes : Place Mesure 1 → Type : Phase → Source Mesure : 2 → Source Ref : 1 ce qui donne le déphasage de CH2 (sortie) par rapport à CH1 (entrée) → **lecture du résultat : $\phi \approx -32^\circ$**

Rq : Phase < 0 veut dire que la sortie est en *retard* sur l'entrée

Puis en inversant les sources : Place : Mesure 2 → Type : Phase → Source Mesure : 1 →

Source Ref : 2 ce qui donne le Déphasage de CH1 par rapport à CH2 → **lecture du résultat : $\phi \approx 32^\circ$**

Réponse harmonique et diagramme de Bode

- Donner la fonction de transfert et tracer sur papier lin-log les asymptotes des diagrammes de Bode en amplitude et phase du circuit RC passe-bas.
- Calibrer le dB-mètre à 0 dB à l'aide de ce signal d'entrée (l'amplitude $U_1 = 3 \text{ V}$ correspondra alors à 0 dB pour le multimètre) et mesurer le diagramme de Bode en amplitude entre 100 Hz et 100 kHz. Suggestion : prendre 3 points par décade.

Calibration du Multimètre :

Prendre par exemple pour l'amplitude crête du signal d'entrée $\hat{U}_m = 3 \text{ V}$ (c.à.d. **amplitude = 6V sur le générateur de fonction**) et calibrer le dB-mètre à 0 dB avec le signal d'entrée en 4 étapes:

1. Brancher le signal d'entrée sur le V-mètre et mesurer la valeur efficace grâce à la touche **AC V** (ici $U_{m,eff} = 3\text{V}/\sqrt{2} \approx 2.12\text{V}$);
2. Appuyer sur « **2nd Function** »;
3. Sélectionner la fonction **dB** en tant que « **2nd Function** »
4. Annuler le résultat affiché sur la fenêtre supérieure avec la touche en regard de **Null** (la réf : devient alors 2120 mV qui correspond à 0 dB).



- Mesurer la fréquence de coupure f_c du circuit en expliquant votre démarche.
- A l'oscilloscope, mesurer le déphasage entre $u_1(t)$ et $u_2(t)$ à 100 Hz, 800 Hz, 1.6 kHz et 10 kHz et reporter ces trois points sur le diagramme de Bode.

Réponse à un signal carré

- Régler le générateur pour que $u_1(t)$ soit un signal carré d'amplitude de fréquence 100 Hz et variant entre 0 et 5V.
- Observer $U_2(t)$ à l'oscilloscope et dessiner ce signal sur papier millimétré pour les fréquences suivantes 100 Hz, 1.5 kHz et 200 kHz.
- Expliquer qualitativement et quantitativement l'allure de $U_2(t)$ pour ces différentes fréquences.

Circuit RC passe-Haut

Réponse harmonique et diagramme de Bode

- Inverser C et R sur le circuit d'avant et donner sa nouvelle fonction de transfert ($\underline{U}_R/\underline{U}_1$)
 - Tracer sur papier lin-log les asymptotes des diagrammes de Bode en amplitude et phase du circuit RC passe-haut.
 - Mesurer le diagramme de Bode en amplitude entre 100 Hz et 100 kHz. Suggestion : prendre 3 points par décade.
 - Mesurer la fréquence de coupure f_c du circuit en expliquant votre démarche.
 - A l'oscilloscope, mesurer le déphasage entre $u_1(t)$ et $u_R(t)$ à 800 Hz, 1.5 kHz et 10 kHz et reporter ces trois points sur le diagramme de Bode.

Réponse à un signal carré

- Régler le générateur pour que $u_1(t)$ soit un signal carré d'amplitude de fréquence 100 Hz et variant entre 0 et 5V.
- Observer $U_R(t)$ à l'oscilloscope et dessiner ce signal sur papier millimétré. Dédire et tracer sur le même graphe le courant $i_c(t)$ qui charge et décharge le condensateur.
- Expliquer qualitativement et quantitativement l'allure de $U_R(t)$.