

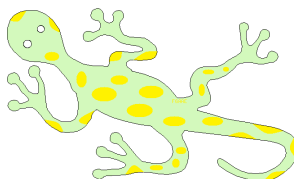
## RÉSUMÉ des points importants à retenir.

- *La LED jaune du centre du clavier clignote rapidement : Le logiciel attend une consigne de l'opérateur.*
- Lorsque l'enregistrement est de type 4 TRACES individuelles, l'utilisation du **BFdP** n'est pas pertinente.
- Si le graticule est complété en haut à droite d'un petit cadre qui indique le numéro d'ordre de la fenêtre indexée, c'est qu'il s'agit de la restitution de 4 TRACES individuelles. L'absence de cette information "redondante" signale que l'ensemble des échantillons est relatif à une Longue TRACE.
- En affichage de la trace, dès de le décalage latéral devient supérieur à une graduation, la **LT** allumée en vert se met à clignoter.
- En graticule alternatif passer des pointillés à des lignes continues n'est vraiment utile que si le signal est de type BINAIRE.
- En rechargement d'un enregistrement que l'EEPROM contienne une Longue TRACE ou QUATRE TRACES indépendantes, c'est l'intégralité des 476 échantillons qui sont rechargés.
- En mode QUATRE TRACES indépendantes les valeurs des conditions de capture sont propres à chaque section individuelle. L'enregistrement en EEPROM respecte le cadrage de la fenêtre présent au moment de la sauvegarde.
- L'opérateur peut sauvegarder n'importe quelle fenêtre de visualisation dans n'importe lequel des quatre secteurs individuels de l'EEPROM.
- Non précisé dans le manuel d'utilisation, dès que l'on effectue une capture d'échantillons avec la numérisation, le programme repasse immédiatement en mode Longue TRACE.



### Abréviations utilisées dans ce manuel :

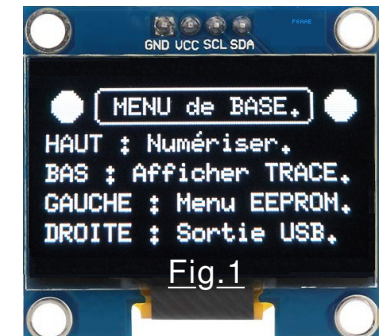
- **BdT** : Base de Temps.
- **BFdP** : Bouton Flèche du Potentiomètre.
- **BP** : Bouton Poussoir du petit clavier.
- **LT** : Led Tricolore.



## Prise en main de L'OSCILLOSCOPE NUMÉRIQUE

Cheminer pas à pas dans les méandres des nombreux menus et des nombreuses fonctions et option du petit oscilloscope suppose que nous partions sur une base commune. En particulier les seules manipulations qui ont été effectuées en préambule sont :

- 1) Avoir imprimé et assemblé le **MANUEL D'UTILISATION** car on va en permanence faire référence aux informations qui y figurent.
- 2) Commencer par tourner le bouton du potentiomètre en butée dans le sens antihoraire. (*Décalage latéral nul.*)
- 3) Téléverser **P00\_Textes\_en\_EEPROM.ino** sur la carte NANO.
- 4) Activer le **Moniteur de l'IDE** à **57600baud** pour engager l'exécution de l'outil **P00** et inscrire les données en mémoire non volatile EEPROM.
- 5) Téléverser **P20\_Version\_ULTIME.ino** sur la carte Arduino NANO.
- 6) Si on n'active pas une touche du petit clavier durant le RESET le **MENU de BASE** de la Fig.1 s'affiche sur l'écran OLED et l'on va pouvoir commencer nos manipulations.



Il semble assez logique d'effectuer les exercices en commençant par les fonctions principales, ce qui globalement revient à "feuilleter" le manuel d'utilisation dans l'ordre croissant des pages. Toutefois, pour le chapitre de la Page 2 il faut avoir une trace à visualiser :

### ➤ Chargement d'une trace préservée en EEPROM.

Explorer le **Menu EEPROM** sera abordé dans un autre chapitre. On va se contenter ici de charger une TRACE préservée en EEPROM pour pouvoir commencer les exercices progressifs :

- 01) Étant dans le **MENU de BASE** activer la touche de GAUCHE. L'écran précise en bas qu'il s'agit d'une Longue TRACE.
- 02) Activer le B.P. de gauche. LED couleur cyan cliquer sur HAUT. Il y a retour au **MENU de BASE** la LED est redevenue bleue.

## Menu Afficher TRACE.

**C'**est la première fonction d'un oscilloscope. Afficher une trace capturée en temps réel ou issue de la mémoire EEPROM.

### MANIPULATIONS :

- 00) À ce stade l'appareil se trouve en **MENU de BASE LT** bleue.
- 01) Cliquer sur le **BP** du BAS pour faire afficher la courbe actuellement en mémoire vive. La **LT** passe en vert.
- 02) Faire un **cllic long** sur la touche du BAS. (*Pour obtenir un clic long attendre que la LED jaune au centre du clavier s'allume.*) La courbe passe alors en **mode surface**.
- 03) Nouveau **cllic long** sur la touche du BAS. La trace revient au **mode filaire**. (*C'est une bascule de type OUI/NON.*)
- 04) Vérifier en bas que l'index précise la fenêtre n°1.
- 05) Observer les contraintes de saisie de cette sinusoïde amortie. Le **Calibre** vertical est de 5V. La **BdT** est de 5mS par graduation. On constate qu'une période occupe cinq graduations. la période est de  $5 \times 5 = 25\text{mS}$  soit une fréquence de 40Hz.
- 06) **Sur la largeur de la fenêtre** la tension efficace est de 2,5V les éléments à analyser étant repérés **3** et **5** en Fig.3 du manuel.
- 07) Faire un clic court sur le **BP** du HAUT. Les textes sont effacés et le graticule s'étend maintenant sur toute la hauteur de l'écran.
- 08) Faire des **cllics courts** sur DROITE puis sur GAUCHE pour explorer les quatre fenêtres latérales de l'enregistrement.
- 09) Avec l'une de ces deux touches revenir sur la fenêtre de gauche.
- 10) Tourner le **BFdP** dans le sens horaire. (*La liste des abréviations utilisées est disponible en bas de la page 20.*) Bien que l'index en bas du graticule ne change pas de position, la visualisation de la courbe se décale vers la fenêtre voisine de droite.
- 11) Quand le **BFdP** pointe vers le "haut" le cadrage est exactement entre les deux fenêtres. (*Voir la Fig.4 du manuel.*)
- 12) Continuer la rotation jusqu'à la butée dans le sens horaire. L'index **1** de la Fig.3 est toujours à gauche, alors qu'en réalité on observe actuellement le contenu de la fenêtre n°2.
- 13) Ramener le **BFdP** à son origine en butée antihoraire.
- 14) Avec des **cllics courts** sur DROITE indexer la fenêtre n°4, celle qui encadre la zone la plus à droite de l'enregistrement.

### MANIPULATIONS (Suite) :

- 08) Faire un **cllic court** sur la touche de GAUCHE. La LED tricolore s'allume en cyan et la ligne en haut de l'écran indique l'espace disponible entre **PILE** et **TAS**. (*Voir le didacticiel en page 52.*)
- 09) Cliquer sur le **BP** du HAUT puis faire un RESET.  
À partir d'ici à chaque mise sous tension il y aura affichage du LOGO et rappel du taux de transfert à adopter sur le **Moniteur de l'IDE**. Il faudra cliquer sur une touche pour accéder au **MENU de BASE**.
- 10) Faire un RESET avec une touche du clavier activée.
- 11) Clic sur GAUCHE puis sur BAS pour annuler l'option.

### ➤ Menu Init TRACES.

Déjà abordé en page 15 de ce livret pour générer une sinusoïde amortie, on peut aussi générer une trace **BINAIRE** ou **4 TRACES** indépendantes. Ces enregistrements simulés servent à expérimenter l'affichage de l'oscilloscope sans avoir forcément à sa disposition un générateur basses fréquences. Le retour vers le **MENU de BASE** se fait en standard avec un **cllic long** sur le **BP** de DROITE.

### MANIPULATIONS (Suite) :

- 12) Consulter la Page 13 de la notice d'utilisation. Les diverses courbes obtenues sont commentées. (*Et plus détaillées dans le didacticiel.*)
- 13) Clic sur le **BP** de DROITE. La **LT** s'allume en orange et la LED jaune du clavier clignote. Cliquer sur BAS puis aller observer les quatre traces indépendantes ...
- 14) Faire de même pour la trace BINAIRE.

### ➤ Le menu SURPRISE.

**C'**est dans le **Menu du RESET** que l'on ouvre cette possibilité "cachée" avec un **cllic long** sur la touche du HAUT. La LED triple s'allume alors en "blanc". (*La LED jaune clignote rapidement pour inciter l'opérateur à activer l'un des B.P.*)

Avec un **cllic long** sur HAUT on ouvre un sous-menu qui permet la fuite avec un clic sur DROITE et retour au **Menu du RESET**. Dans ce sous-menu un clic sur le B.P. du HAUT ou sur celui du BAS on ouvre deux simulations amusantes abordées dans le manuel en page 14. Ce complément n'est qu'un "exercice de programmation" en plus dans le didacticiel. Amusez-vous avec ces deux simulations ludiques et surtout prenez du plaisir à utiliser ce modeste oscilloscope.

## Menu du RESET.

Proposant quatre fonctions vraiment secondaires il s'obtient en déclenchant un RESET tout en maintenant l'une des touches du clavier activée. Au relâchement de cette dernière on ouvre alors le **Menu du RESET** objet de ces quelques manipulations.

### ➤ Le Menu Durées BdT.

N'ayant aucun effet sur les options du programme d'utilisation de l'oscilloscope, c'est une simple fonction documentaire qui précise la durée de capture d'un échantillonnage.


### MANIPULATIONS :

- 01) Commencer par consulter la Page 12 de la notice d'utilisation.
- 02) Avec un **clic court** sur le **BP** du HAUT ouvrir la fonction. La **LT** passe du vert au cyan et la LED jaune du clavier clignote.
- 03) Cliquer plusieurs fois sur HAUT qui augmente la **BdT** et sur BAS qui diminue la **BdT**. (*En permutation circulaire.*) L'écran précise la durée de capture qui en résulte pour une fenêtre ou la totalité des 476 échantillons. Ce n'est qu'une page d'informations.
- 04) Retour au **Menu du RESET** avec la touche de DROITE.

### ➤ Le menu Listage EEPROM.

Plus consistant, il permet à tout moment de se faire lister le contenu intégral de la mémoire non volatile EEPROM. Il s'agit essentiellement d'un outil pour "les fanas" de la programmation.

### MANIPULATIONS (Suite) :

- 05) Activer l'éditeur de l'**IDE** sur un programme Arduino quelconque. Par exemple le croquis **P20\_Version\_ULTIME.ino**.
- 06) Avec  ouvrir la fenêtre contextuelle du **Moniteur** en maintenant active l'une des touches du clavier. Ne la libérer que lorsqu'un BIP se fait entendre ou que la LED jaune s'allume.
- 07) Avec un clic sur le **BP** du BAS, un listage identique à celui représenté en pages 18 et 19 du manuel se déroule à l'écran la **LT** s'éclairant en cyan durant le transfert des données sur la ligne USB.

### ➤ La version du PGM à la mise sous tension.

Fonction sympathique, elle présente le LOGO et affiche la version du programme d'utilisation. Toutefois, cette page d'accueil peut s'avérer pénalisante sur le long terme. C'est la raison pour laquelle elle est initialisée à NON par défaut.

## MANIPULATIONS (Suite) :

- 15) Tourner à nouveau **BFdP** dans le sens horaire. Comme précisé en bas de la page 3 du manuel, quand on déborde de la zone mémoire dédiée à la **TRACE**, le logiciel va aveuglément chercher dans la mémoire dynamique les octets qui suivent. Hors ce sont des données du programme qui contiennent des valeurs quelconques comprises entre 0 et 225. Du coup, on voit sur la grille arriver comme sur la Fig.5 des affichages "quelconques". *Il suffit de ne pas les prendre en compte.*
- 16) Ramener le **BFdP** à son origine en butée antihoraire.
- 17) **Clic court** sur la touche du BAS. Le graticule s'efface et l'on obtient le mode le plus épuré de visualisation de la **TRACE**.
- 18) **Clic long** sur le **BP** de DROITE pour retour au **MENU de BASE**. Puis réitérer un **clic court** sur BAS : Toutes les options d'affichage de la courbe sont retrouvées car elles sont mémorisées.

### ➤ Génération de quatre TRACES indépendantes.

Nous sommes encore bloqués pour poursuivre l'exploration des divers modes d'affichage. Aussi, nous allons encore ouvrir une parenthèse et ne faire que générer 4 **TRACES** pour aborder la suite logique des manipulations. (*Sous-menu provisoire.*)

### MANIPULATIONS :

- 01) Maintenir l'une des touches enfoncée et effectuer un RESET jusqu'à ce que la LED jaune au centre du clavier s'illumine ou que le bruiteur fasse un petit BIP. Le **Menu du RESET** s'ouvre.
- 02) Faire un **clic court** sur DROITE. La **LT** éclaire en orange et *la LED jaune du centre du clavier clignote rapidement : Le logiciel attend une consigne de l'opérateur.*
- 03) Effectuer un **clic court** sur la touche du BAS. On revient au **Menu du RESET** et la **LT** éclaire en vert.
- 04) Engendrer un clic long sur le BP de DROITE pour revenir au **MENU de BASE** la LED triple éclairant en bleu.

Par ces manipulations nous avons chargé en mémoire vive quatre traces individuelles avec pour chaque fenêtre des conditions différentes de capture. On peut oublier le **Menu du RESET** qui sera examiné dans un chapitre en aval et revenir à la visualisation des courbes enregistrées actuellement présentes en mémoire dédiée.



### ➤ Menu Afficher TRACE. (Suite.)

Avec ces manipulations on va continuer à observer des courbes enregistrées, ce chapitre introduisant les fenêtres individuelles avec leurs caractéristiques de saisie propres.

#### MANIPULATIONS (Suite) :

- 19) Cliquer sur le **BP** du BAS pour faire afficher la courbe actuellement en mémoire vive. La **LT** passe en vert.
- 20) On remarque au passage que l'on observe la fenêtre n°1 de gauche et que le mode filaire est celui par défaut.
- 21) Consulter la Fig.18 en Page 9 pour noter que l'indication de l'ordre de la fenêtre indexée *dans le petit cadre en haut à droite* signifie qu'il s'agit de **4 Fenêtre** élémentaires et non d'une **Longue TRACE**. Ici on a enregistré une sinusoïde de faible amplitude avec composante continue. (*1V crête à crête.*)
- 22) Tourner le **BFdP** dans le sens horaire. Bien que l'index en bas du graticule ne change pas de position, la visualisation de la courbe se décale vers la fenêtre voisine de droite. Le signal est totalement différent. (*Le texte en haut n'est pas mis à jour.*)
- 23) Ramener le **BFdP** à son origine en butée antihoraire.
- 24) **Clic court** sur DROITE. On retrouve la dent de scie montante mais mieux cadrée car l'affichage est "borné" sur la fenêtre n°2.

**CONCLUSION :** Lorsque l'enregistrement est de type **4 TRACES** individuelles l'utilisation du **BFdP** n'est pas pertinente.




- 25) **Clic court** sur DROITE deux fois pour observer les deux fenêtres suivantes. Ces quatre exemples ont été enregistrés avec le signal d'un générateur basses fréquences qui ajoutait à l'onde variable une composante continue "d'offset". On verra plus loin que *le graticule d'un enregistrement alternatif est différent.*

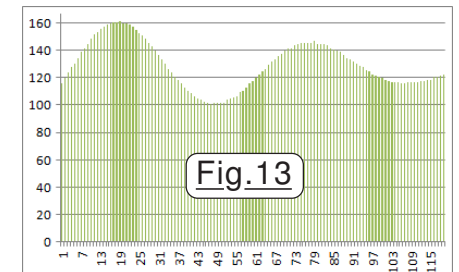
**NOTE :** Retenir que si le graticule est complété en haut à droite d'un petit cadre qui indique le numéro d'ordre de la fenêtre indexée, c'est qu'il s'agit de la restitution de **4 TRACES** individuelles. L'absence de cette information "redondante" signale que l'ensemble des échantillons est relatif à une **Longue TRACE**.

### Menu sortie USB.

Bien que deux formats de sortie vers la ligne USB du dialogue vers le **Moniteur** de L'IDE soient disponibles, seul le listage sous la *forme d'une colonne de valeurs* est utilisable pour exporter les données vers un tableur en vue de les traiter graphiquement.

#### MANIPULATIONS :

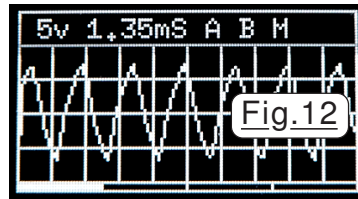
- 01) Activer l'éditeur de l'IDE sur un programme Arduino quelconque. Par exemple le croquis **P20\_Version\_ULTIME.ino**.
- 02) Avec  ouvrir la fenêtre contextuelle du **Moniteur** et vérifier que le taux de transfert est bien de 57600baud. Cette manipulation engendre un RESET sur l'oscilloscope.
- 03) Recharger l'enregistrement actuel disponible en EEPROM.
- 04) Fenêtre contextuelle bien visible cliquer sur DROITE. Le listage des quatre traces s'effectue et l'on vérifie que le secteur n°4 est bien rempli de valeurs nulles. On retrouve également les valeurs des options de capture en **Calibre** et en **BdT**.
- 05) Consulter la Page 10 et la Page 11 du Manuel d'utilisation.
- 06) Faire un **clic long** sur DROITE pour exporter en format colonne.
- 07) Ouvrir le tableur **Exel.com** par exemple ou tout autre clone.
- 08) Sélectionner dans la colonne de gauche, les cellules sur **119** lignes qui se teintent de gris clair.
- 09) Dans le **Moniteur** avec "l'ascenseur latéral" sélectionner dans la colonne de gauche environ 119 lignes. Pour prendre celles du premier secteur rechercher "vers le bas" un **123** suivi de trois **000** puis avec la le bouton gauche de la souris remonter de ce **123** jusqu'à la première valeur **116**. Faire un **[CTRL c]** pour les copier.
- 10) Revenir vers le tableur qui garde la sélection des **119** cellules dans la colonne de gauche. **[CTRL v]** pour y coller toutes ces données.
- 11) Puis cliquer sur l'onglet **Insertion > Colonne** ou toute autre index graphique et couleur possible, et avec les techniques du tableur utilisé on complète le graphe. En quelques clics et l'extrait d'une copie d'écran on obtient facilement un graphe tel que celui de la Fig.13.



laisser passer que les fronts rapides, l'intégrateur filtre les fréquences élevées. Il "arrondi les angles" et les transitions brutales tant montantes que descendantes se modifient en pentes plus ou moins "raides" en fonction de la constante de temps.

### MANIPULATIONS (Suite) :

- 52) Toujours sur une plaquette à essais réaliser le petit circuit intégrateur de la Fig.11 avec si possible une combinaison de **R** et de **C** qui conduise à une *constante de temps* analogue à celle montrée.
- 53) L'inverseur est toujours sur la position **Vcc**, passer en capture des échantillons. Deux fois sur BAS pour obtenir la **BdT** de **1.35mS** la plus rapide. Lorsque l'oscilloscope affiche une trace qui ressemble à celle de la Fig.12 sortir de l'échantillonnage.
- 54) Faire à nouveau appel au menu **Afficher TRACE**.
- 55) Par exemple aller sur la fenêtre n°3.
- 56) Avec l'usage du **BFdP** faire coïncider le sommet d'une alternance avec le bord gauche du graticule.
- 57) Sauvegarder cette fenêtre n°3 dans le dernier secteur libre n°4. Penser à indexer ce secteur d'avec le **BP** de GAUCHE avant de cliquer sur la touche du BAS.
- 58) Recharger les quatre traces depuis l'EEPROM. On retrouve bien les traces individuelles dans l'ordre où elles ont été enregistrées avec pour chacune ses caractéristiques de capture.



**REMARQUE :** *Non précisé dans le livret, vous pouvez constater que dès que l'on effectue une numérisation, le programme repasse immédiatement en mode Longue TRACE.*

*Supposons que par exemple la trace du secteur n°4 ne soit plus d'actualité. Vous désirez l'effacer sans toucher aux trois autres pour laisser en mémoire un emplacement visuellement disponible :*

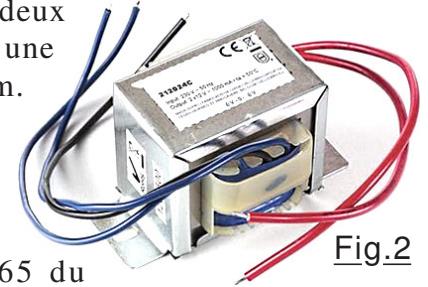
- 59) Faire un RESET. Toute la trace en RAM est effacée.
- 60) **BFdP** en butée antihoraire sauvegarder dans le secteur n°4 à effacer le contenu de la fenêtre n°1 par exemple.
- 61) Recharger l'enregistrement EEPROM. Vous constaterez que les trois premières fenêtres contiennent toujours leur contenu initial, mais celle que l'on vient de sauvegarder est bien effacée.

### Un générateur alternatif élémentaire.

Poursuivre les manipulations impose de disposer d'un générateur de signal alternatif basses fréquences. Rien n'oblige pour autant à investir dans un appareil coûteux, un simple transformateur secteur basse tension sera largement suffisant.

Pour ma part j'utilise un modèle de deux fois 6V~ pouvant débiter 500mA soit une puissance possible de 6W maximum.

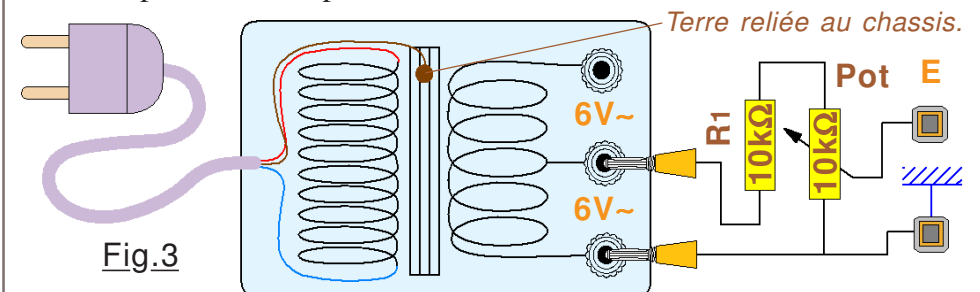
(Voir la Fig.1) C'est un dispositif élémentaire qui rend tellement de service pour un électronicien amateur que je l'ai enfermé dans un boîtier présenté sur la Fig.156 en page 65 du



didacticiel. Naturellement il faut adjoindre à cet élément une ligne secteur avec une fiche normalisée, la terre étant reliée à la carcasse métallique par une cosse sur l'une des deux fixations. Prévoir des rondelles larges pour la portée des écrous.

**ATTENTION :** Sur le commerce en ligne une recherche avec pour mot clef "transformateur secteur" donne en majorité des petites alimentations complètes délivrant du courant continu. *Ce n'est pas du tout ce qui convient.* Vérifier avant de commander qu'il s'agit bien d'un *transformateur basse tension d'isolement*.

Utiliser ce dispositif impose de pouvoir doser la tension alternative 50Hz qui sera injectée dans l'entrée **E** du petit oscilloscope expérimental. Dans ce but il faut agencer le petit montage de la Fig.3 la résistance **R1** étant éventuellement à ajouter si la plus petite tension disponible sur votre transformateur est de 12V~. Enrichis de cet ensemble on peut poursuivre les exercices et les manipulations de prise en main.



## Le menu Numériser.


Quittons provisoirement le menu **Afficher TRACE** car il nous manque un enregistrement effectué en mode alternatif pour aborder la deuxième fonction de base d'un oscilloscope : L'enregistrement d'un signal en vue de son analyse. C'est le gros avantage des appareils numériques par rapport aux anciens appareils à tubes cathodiques : Enregistrer la trace pour pouvoir à convenance l'analyser en différé. La synchronisation devient presque accessoire.

### MANIPULATIONS :

- 01) Faire un RESET pour que nous soyons sur une base commune.
- 02) Injecter dans l'entrée **E** le signal étalon généré par notre appareil.
- 03) Vérifier que l'inverseur  $\sim$  est sur position **Vcc**.
- 04) Effectuer un **clic court** sur le **BP HAUT** pour déclencher l'enregistrement du signal. Étant en mode **Libre** le déclenchement des numérisations se fait de façon permanente, la **LT** éclairant en vert à chaque enregistrement d'une **TRACE**.
- 05) On observe que sur RESET la trace est en mode filaire et qu'en entrée de fonction de numérisation la **BdT** est de **5mS**.
- 06) Cliquer sur le **BP BAS** deux fois. La **BdT** de **1.35mS** la plus rapide est sélectionnée. La forme du signal est nettement plus "large" et plus facile à analyser. On distingue mieux le "rapport cyclique" qui ici est de 50%.
- 07) Observer que l'on est en mode **AUTOMATIQUE** précisé dans le texte par la première lettre qui est un '**A**'.
- 08) Faire un **clic court** sur le **BP** de DROITE. La **LT** passe en violet précisant que l'on a quitté le mode automatique et que l'on passe en **MANUEL** indiqué par '**M**'. La LED jaune au centre du clavier clignote rapidement incitant l'opérateur à cliquer sur une touche.
- 09) Ouvrir le manuel en page 4. Chaque clic sur HAUT, BAS et GAUCHE déclenche une numérisation durant laquelle la **LT** s'allume en rouge. Puis le programme attend. L'affichage est stable, mais à chaque numérisation il se décale latéralement car il n'y a pas de contrainte de synchronisation. (*Mode Libre 'L.'*)
- 10) Effectuer un clic court sur DROITE. On sort du mode MANUEL pour revenir au mode AUTOMATIQUE indiqué par '**A**'.
- 14) **Clic long** sur BAS pour faire afficher le graticule.

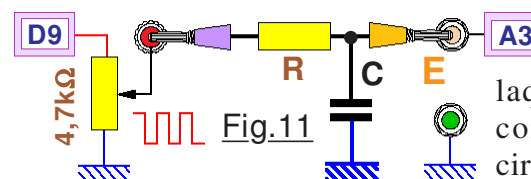
## MANIPULATIONS (Suite) :

- 41) Recharger en RAM le contenu de l'EEPROM.
- 42) Ramener le **BFdP** à son origine en butée antihoraire.
- 43) Visionner les quatre fenêtres. Seules la n°2 et la n°3 sont différentes de zéro et leurs valeurs de captures sont retrouvées. *Comme à ce stade des expériences il nous faut retrouver la sinusoïde amortie qui a définitivement été effacée de l'EEPROM, on va ouvrir une parenthèse et la "générer artificiellement".*
- 44) Faire un RESET en maintenant l'une des touches du clavier activée. Quand vous entendez un BIP ou que la LED jaune du clavier, relâcher le **BP** pour entrer dans le **Menu du RESET**.
- 45) Cliquer sur DROITE pour invoquer **Init TRACES**.
- 46) Cliquer sur HAUT pour générer le **Sinusoïdal**.
- 47) **Clic long** sur DROITE pour revenir au **MENU de BASE**.
- 48) Activer le **BP** du BAS pour visualiser la trace et aller dans la fenêtre n°4 de la plus faible amplitude.
- 49) Sauvegarder en EEPROM sur la section n°1. Ne vous trompez pas. C'est avec GAUCHE que l'on valide le secteur concerné et la touche du BAS pour effectuer la sauvegarde individuelle.
- 50) Faire un RESET puis recharger l'enregistrement.
- 51) Visionner les traces individuelles. On peut vérifier que l'on a bien sauvegardé le contenu de la fenêtre n°4 dans le secteur EEPROM n°1 de la mémoire non volatile.

 *L'opérateur peut sauvegarder n'importe quelle fenêtre de visualisation dans n'importe lequel des quatre secteurs individuels de l'EEPROM.*

### ➤ Le circuit intégrateur.

Pour épuiser le sujet, nous allons pour la quatrième trace individuelle enregistrer le signal étalon de notre oscilloscope après lui avoir fait traverser un filtre intégrateur. Pour transformer un circuit différentiateur en intégrateur il suffit d'inverser le rôle de la résistance



avec celui du condensateur pour aboutir à la Fig.11 pour laquelle on a permuté les deux composants. Contrairement au circuit différentiateur qui ne tend à



l'ancienne **Longue TRACE** qui généralement seront sans intérêt. C'est précisément dans un tel cas qu'il est avantageux d'une façon générale d'effacer l'EEPROM pour "annuler les résidus".

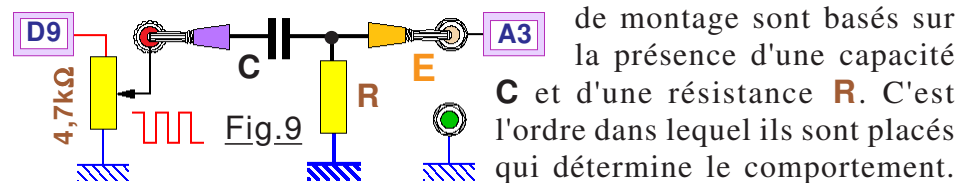
### MANIPULATIONS (Suite) :

37) Effacer entièrement le contenu de l'EEPROM.

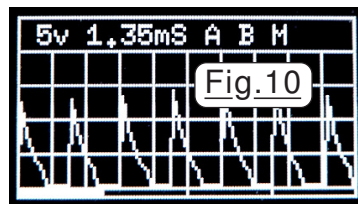
38) Reprendre intégralement les manipulations de **24 à 36** incluse. Cette fois les quatre fenêtres continuent à afficher des textes spécifiques, mais la seule à avoir une trace différente de zéro est celle de l'index n°3. Faire un RESET pour repartir à "neuf".

### ➤ Le circuit différentiateur.

Autant profiter de ces manipulations expérimentales pour aborder une facette bien connue du monde de l'électronique : **Les circuits différentiateurs et les circuits intégrateurs**. Comme une résistance et un condensateur sont suffisants pour traiter ces deux cas, on ne va pas s'en priver. Commençons par le circuit différentiateur de la Fig.9 sachant que généralement on s'en sert sur des signaux binaires pour les rendre "impulsionnels". Ces deux types



de montage sont basés sur la présence d'une capacité **C** et d'une résistance **R**. C'est l'ordre dans lequel ils sont placés qui détermine le comportement. Plus **R** est de faible valeur, et plus le condensateur va se décharger rapidement, engendrant une impulsion de plus en plus fine. Par exemple, avec une résistance **R** de  $4,7k\Omega$  et une capacité **C** de  $100nF$  on obtient la trace de la Fig.10 pour laquelle la décharge du condensateur prend environ  $1,4mS$ .



### MANIPULATIONS (Suite) :

39) Avec une plaquette à essais réaliser le petit circuit intégrateur de la Fig.9 avec si possible une combinaison de **R** et de **C** qui conduise à une **constante de temps** analogue à celle montrée.

40) Numériser ce signal assez typique et l'enregistrer en **secteur EEPROM n°2** après avoir fait coïncider les impulsions avec la grille du graticule **sur la fenêtre n°3**.

### MANIPULATIONS (Suite) :

- 15) Comme l'appareil est en mode **Libre** la courbe se décale à chaque enregistrement, la comparer au graticule est illusoire.
- 16) Faire un **clic long** sur DROITE puis un **clic court** sur BAS.
- 17) Créer un **clic long** sur BAS pour **passer en mode surface**.
- 18) Tourner le **BFdP** pour aligner un créneau exactement à gauche. On observe que six alternances occupent légèrement plus de neuf graduations horizontales soit  $9.1 \times 1.35 = 12.28mS$ . On en déduit que la période est de  $2.047mS$  soit une fréquence de  $488,5Hz$  qui est assez proche de la réalité de  $490Hz$ .
- 19) Revenir au **MENU de BASE**. (**Clic long** sur DROITE.)
- 20) Laisser l'inverser  $\sim$  est sur position **Vcc** et injecter la sortie alternative du petit transformateur en ajustant le **Potentimètre** pour avoir le maximum de signal en entrée **E**.
- 21) **Clic court** sur HAUT pour retrouver le menu **Numériser**.
- 22) Comme le signal déborde largement le Calibre de 5V il y a saturation tant en positif qu'en négatif. Les deux petites LEDs de 3mm de diamètre clignotent en rouge et en vert.
- 23) Toujours en mode Libre diminuer l'amplitude du signal jusqu'à ne plus dépasser en positif. (*La LED rouge s'éteint.*) La sinusoïde est rabotée dans ces alternances négatives par la protection.
- 24) Basculer l'inverseur de la position **Vcc** à  $\sim$ . Immédiatement l'amplitude du signal diminue car la composante continue superposée ajoute une charge à la sortie du **Potentimètre**. En contre partie le signal n'est plus déformé dans ses alternances négatives.

**NOTE :** Bien que l'on soit en mode **Libre** la courbe peut se stabiliser. C'est uniquement un hasard sur la durée de répétition des numérisations faisant alors un sous multiple du  $50Hz$ .

- 25) Faire un **clic long** sur GAUCHE pour ouvrir le menu de **SYNCHRONISATION**. Comme on est en train d'enregistrer une trace "analogique", cliquer sur GAUCHE pour favoriser la détection d'un **Seuil**.
- 26) Faire tourner le **BFdP** pour ajuster le seuil à **1.0v**.
- 27) **Clic court** sur BAS pour imposer une transition **D**escendante.
- 28) **Clic court** sur DROITE pour revenir à la numérisation puis sur GAUCHE. Cette fois la trace est stable car synchronisée.

En haut de la trace dans le texte faisant suite à la **BdT** de **5mS** on trouve dans l'ordre '**A**' pour AUTOMATIQUE, '**N**' pour numérique par opposition à '**B**'inaire et '**D**' pour transition descendante.

### MANIPULATIONS (Suite) :

- 29) **Clic long** sur le **BP** du BAS. Immédiatement le graticule change de présentation et trace des lignes pointillées de part et d'autre de la tension alternative nulle.
- 30) Tenter de tourner le **BFdP** : Il n'a aucun effet sur le cadrage latéral car il est ignoré durant les numérisations.
- 31) On constate qu'il peut y avoir perte de la synchronisation : Faire un **clic long** sur GAUCHE et réajuster le **Seuil** à **2,5v**. Puis clic sur le **BP** de DROITE. Cette fois la stabilité est retrouvée.
- 32) Nouveau clic sur la touche de DROITE pour revenir au mode **MANUEL**. (**LT** en violet et clignotement de la jaune)
- 33) Maintenant chaque clic sur une touche déclenche une numérisation, mais en apparence à l'écran il ne se passe rien. En réalité, comme nous ne sommes plus en régime **Libre**, la synchronisation fait que le signal est toujours enregistré avec la même phase car il y a synchronisation.
- 34) Un clic sur DROITE pour revenir en **AUTOMATIQUE**.
- 35) Basculer l'inverseur  $\sim$  sur la position **Vcc**. On retrouve les sinusoïdes bien stables mais avec les alternances négatives tronquées. Diminuer l'amplitude pour que les alternances positives fassent environ 1,5v crête.
- 36) Faire un **clic long** sur HAUT pour passer au **Calibre 2.5v**.
- 37) Diminuer encore l'amplitude pour avoir 1V crête.
- 38) Encore un **clic long** sur HAUT pour passer au **Calibre 1.25v**. La courbe retrouve une "hauteur" bien observable; C'est le but de l'amplification du signal injecté en **E**.
- 39) Réinjecter la composante continue en remplaçant l'inverseur sur la position  $\sim$ . Puis tenter un **clic long** sur HAUT pour changer le **Calibre** en entrée. BIP d'alerte, la **LT** s'allume en rouge et l'écran affiche un texte d'erreur. La LED jaune clignote pour nous inciter à cliquer sur une touche quelconque du petit clavier.
- 40) Faire un **clic long** sur GAUCHE puis **clic court** sur GAUCHE pour annuler **Seuil** et passer en **Binaire**.

### MANIPULATIONS (Suite) :

25) Valider l'affichage du graticule. (*Clic long sur BAS.*)

26) En mode **Libre** diminuer l'amplitude à +2V crête.

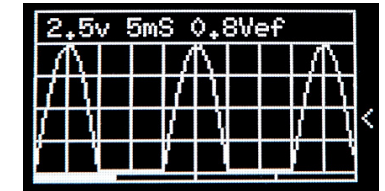
27) Clic long sur HAUT pour un **Calibre** à **2.5v**.

Fig.8

28) Retourner dans le **MENU** de **BASE**.

29) Revenir dans **Afficher TRACE**.

30) Décaler latéralement la courbe pour que trois impulsions positives, comme sur la Fig.8 soient en coïncidence avec le graticule.



31) Revenir au **MENU** de **BASE** puis GAUCHE pour invoquer le **MENU EEPROM**. **BP** de DROITE pour **Sauvegarde TRACE ?**

32) GAUCHE deux fois pour désigner l'emplacement n°3 en mémoire EEPROM.

33) Cliquer sur BAS pour enregistrer en mode **Fenêtre**.

*À ce stade seules les 119 cellules de l'emplacement n°3 ont été modifiées ce que l'on va immédiatement vérifier.*

34) Étant dans le **MENU** de **BASE** ouvrir à nouveau le **MENU EEPROM** qui précise **Quatre TRACES**.

35) Un **Clic court** sur GAUCHE puis sur HAUT pour recharger l'enregistrement disponible en EEPROM.



*Que l'EEPROM contienne une Longue TRACE ou QUATRE TRACES indépendantes, dans les deux cas c'est l'intégralité des 476 échantillons qui sont rechargés.*

36) Pour le vérifier, revenir dans le manu **Afficher TRACE** puis remplacer le **BFdP** à son origine en butée antihoraire. Enfin, avec le **BP** DROITE déplacer la visualisation sur les quatre positions de la fenêtre de visualisation. Seul l'emplacement réservé à la section n°3 contient les arches de sinusoïde, dans les trois autres on retrouve les l'ancienne longue trace initiale.



**NOTE :** En mode **QUATRE TRACES** indépendantes les valeurs des conditions de capture sont propres à chaque section individuelle. L'enregistrement en EEPROM respecte le cadrage de la fenêtre présent au moment de la sauvegarde.

Quand on "ouvre" un mode **QUATRE TRACES** en EEPROM, les trois emplacements non modifiés vont conserver les restes de



**MANIPULATIONS (Suite) :**

- 08) Revenir au **MENU de BASE** puis *clac court* sur GAUCHE pour ouvrir le **MENU EEPROM**. (*Consulter le Manuel en page 8.*)
- 09) On vérifie en bas de la page écran qu'en mémoire EEPROM il y a bien une **Longue TRACE**.
- 10) Faire un *clac court* sur HAUT. La **LT** s'éclaire en rouge prévenant d'un danger de perte potentielle d'informations.
- 11) Confirmer avec HAUT. Après un petit délai pour effacer les 476 cellules il y a retour au **MENU de BASE**.
- 12) *Clis court* sur GAUCHE puis réitérer pour **Recharger** le contenu actuel de la mémoire non volatile : Bip sonore d'erreur et message **Pas de TRACE !** la **LT** passant en cyan et la LED jaune du clavier clignotant rapidement.
- 13) Activer l'une des touches pour revenir au **MENU de BASE**.
- 14) Faire un *clac court* sur BAS : On a tout effacé en EEPROM, mais son ancien contenu est toujours dans la mémoire vive.
- 15) Réactiver le **MENU EEPROM** ... sans vous tromper ! Remarquer que le logiciel nous indique l'absence de TRACE.
- 16) Cliquer sur le **BP** de DROITE pour sauvegarder la sinusoïde amortie qui est toujours présente dans la RAM d'échantillonnage.
- 17) Noter que la **LT** s'allume en rouge car ici aussi il y a potentiellement une perte définitive d'informations en EEPROM. Le sous-menu **Sauvegarde TRACE** nous offre deux options.
- 18) Cliquer sur HAUT car on est en présence d'une **Longue Trace**.
- 19) Faire un RESET pour repartir depuis "rien". Avec un *clac court* sur BAS vérifier que la RAM est vide.
- 20) Revenir au **MENU de BASE**.
- 21) Encore un clic sur GAUCHE pour avoir le **MENU EEPROM** qui nous confirma la présence d'une **Longue TRACE**.
- 22) Recharger le contenu EEPROM et vérifier que l'on retrouve effectivement la sinusoïde initiale.
- Nous allons voir maintenant l'exploitation des quatre traces indépendantes avec leur sauvegarde en EEPROM.*
- 23) Revenir au **MENU de BASE**.
- 24) **BP** du HAUT pour débiter une saisie d'échantillons. Rester en mode inverseur ~ positionné sur **Vcc**.

- 41) *Clac court* sur DROITE puis revenir à la numérisation.
- 42) *Clac court* sur gauche pour activer le mode **AUTOMATIQUE**.
- 43) Diminuer l'amplitude du signal en **E** pour que les crêtes positives soient inférieures à 2,5V : **Tout se bloque !**
- Consulter le texte rouge dans l'encadré jaune en Page 5 du manuel d'utilisation. On note qu'il y a deux façons de sortir de cette situation. RESET fait perdre tous nos réglages. Hors ici on peut facilement augmenter l'amplitude du signal.


**MANIPULATIONS (Suite) :**

- 44) Augmenter l'amplitude du signal jusqu'à retrouver le clignotement en vert de la **LT** signalant les numérisations.
- 45) Faire un *clac court* sur HAUT, la **BdT** passe à **10mS**.
- 46) Sortir des numérisations avec un *clac long* sur DROITE.

**Retour au Menu Afficher TRACE.**

Disposant maintenant d'un signal de type alternatif on va pouvoir reprendre l'analyse de la TRACE sur ce type d'enregistrement. (*Reprise en 26 de ce menu qui avait été provisoirement "suspendu".*)

**MANIPULATIONS (Suite) :**

- 26) Ramener le **BFdP** à son origine en butée antihoraire.
- 27) Cliquer sur BAS pour afficher la trace. Le graticule est totalement différent avec une ligne neutre "au centre" et des repères en pointillés pour montrer les tensions positives et négatives.
- Noter au passage qu'il n'y a plus besoin d'indiquer la valeur du Calibre puisqu'en mode alternatif il est fixé à  $\pm 2V$  crête à crête.*
- 27) Tourner franchement le **BFdP** dans le sens horaire : 

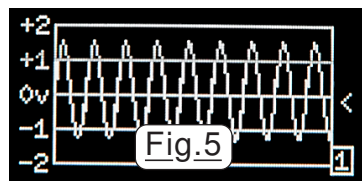
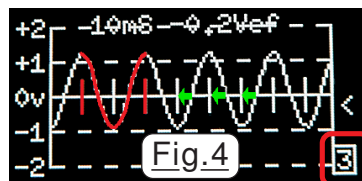
**Modification de dernière minute non documentée :**

Lorsque l'on décale la fenêtre d'affichage des échantillons avec le **BFdP** rien n'en avertissait l'opérateur. Hors on peut fort bien avoir laissé le **BFdP** dans une position quelconque lors de la saisie des échantillons. De retour à la visualisation de la trace on l'oublie et les textes en haut de l'écran deviennent erronés. En particulier si on a rechargé une trace multiple.

**Maintenant, dès de le décalage latéral devient supérieur à une graduation, la LT allumée en vert se met à clignoter.**

**MANIPULATIONS (Suite) :**

- 28) Cliquer sur DROITE : Il y a changement de la fenêtre visualisée. Mais dans ce nouveau mode de visualisation l'index en bas de l'écran n'existe plus. C'est dans le petit encadré en bas à droite que figure alors cette information. (Voir l'encadré en Fig.4)
- 29) Avec GAUCHE ou DROITE aller sur la fenêtre n°3.
- 30) Sans se préoccuper du clignotement de la **LT** actuellement en vert, décaler latéralement la courbe avec le **BFdP** de façon à faire coïncider comme sur la Fig.4 les crêtes positives avec les repères de la base de temps. Sur cette image
- 31) On peut se demander si décaler de façon à ce que les passages à zéro de la sinusoïde ne serait pas plus favorable pour bien analyser le délai temporel exigé pour une période du signal.
- 32) Décaler comme suggéré en vert sur la Fig.4 pour obtenir cette coïncidence. On obtient le résultat de la Fig.5 sur laquelle les graduations de la **BdT** ont disparu ! C'est tout simplement qu'elles sont cachées derrière la trace.
- 33) En réalité, pour passer de la Fig.4 à la trace de la Fig.5 il faut augmenter légèrement l'amplitude du signal, faire un **clic long** sur HAUT pour passer des pointillés à des lignes continues et faire un clic court sur le **BP** du HAUT pour suspendre le texte.



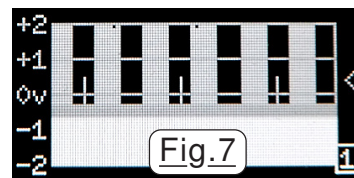
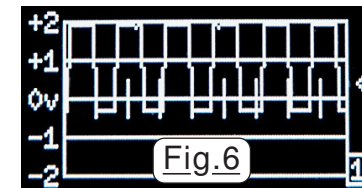
**NOTE :** Passer des pointillés à des lignes continues n'est vraiment utile que si le signal est de type BINAIRE. Sinon il s'agit uniquement d'une préférence personnelle ... à chacun ses choix.

(Laisser pour le moment le graticule avec les lignes continues.)

- 34) Sortir du menu **Afficher TRACE** avec DROITE **clic long**.
- 35) Passer à l'échantillonnage avec un clic court sur HAUT.
- 36) L'inverseur **Vcc** toujours sur **~** injecteur le signal étalon sur l'entrée **E** et deux fois BAS pour une **BdT** de **1.35mS**.
- 37) Revenir au **MENU de BASE** ... maintenant vous savez faire.

**MANIPULATIONS (Suite) :**

- 38) **Clic court** sur BAS pour voir la trace. On retrouve Fig.6 les repères en lignes continues et pas de texte.
- 39) Enfin, un **clic long** sur BAS fait passer la visualisation en mode surface. Sur la Fig.7 on constate



que dans ce mode les transitions du signal de type binaire sont parfaitement verticales. (Ce n'est pas une découverte.)

- 40) Sortir de cette fonction, et revenir au **MENU de BASE**.

Avec ces dernières manipulations nous avons achevé d'explorer les diverses possibilités du menu **Afficher TRACE** et du menu **Numériser**. Nous allons entreprendre une autre exploration.

**Menu EEPROM.**

Avec cette fonction on va explorer une facette simple à utiliser du petit oscilloscope. Simple à utiliser ne veut pas forcément dire élémentaire, car ce menu est assez riche en comportement. Pour résumer, dans le **Menu EEPROM** on peut :

- Ramener en bloc les 476 échantillons en mémoire vive.
- Sauvegarder une **Longue Trace** ou **4 TRACES** indépendantes.
- Effacer les 476 échantillons dans la mémoire non volatile.

**MANIPULATIONS :**

- 01) Ouvrir le Manuel en page 20. (Et lire le chapitre du haut !)
- 02) Vérifier que le **BFdP** à son origine en butée antihoraire.
- 03) **Clic court** sur GAUCHE pour ouvrir le **MENU EEPROM**. La LED tricolore maintenant s'illumine en vert.
- 04) **Clic court** sur la touche de GAUCHE pour recharger une TRACE. La LED tricolore passe alors en cyan.
- 05) **BAS et DROITE feraient sortir sans rien modifier**. Cliquer sur HAUT. Il y a retour presque immédiat au **MENU de BASE**.
- 06) Faire un **clic court** sur BAS pour visualiser l'enregistrement. La grille du graticule est celle qui indique une **Longue Trace**.
- 07) Cliquer plusieurs fois sur le **BP** de DROITE. La fenêtre se déplace vers la droite et montre une sinusoïde amortie. Chaque position indique un **Calibre** de 5V et une **BdT** de 5mS.