

Métronome électronique



<u>PRÉSENTATION</u>	1
<u>A - ANALYSE FONCTIONNELLE DE L'OBJET TECHNIQUE</u>	1
I - FONCTION D'USAGE	1
II - SCHÉMA FONCTIONNEL DE NIVEAU II	1
III - SCHÉMA FONCTIONNEL DE 1ER DEGRÉ	1
IV - PRÉSENTATION DES FONCTIONS PRINCIPALES	2
V - PRINCIPE DE LA MESURE DES BPM	2
VI - SCHÉMA FONCTIONNEL DE SECOND DEGRÉ DE FP1 ET FP2	2
IX - SCHÉMA STRUCTUREL	3
<u>TD. N°1 : ANALYSE DE LA FONCTION GÉNÉRATION D'IMPULSIONS DE FRÉQUENCE RÉGLABLE (FP1)</u>	4
<u>TP. N°1 : MESURES SUR LA FONCTION GÉNÉRATION D'IMPULSIONS DE FRÉQUENCE RÉGLABLE (FP1)</u>	7
<u>TP. N°2 : FONCTION COMPTAGE DES BPM (FP2)</u>	14
<u>TD. N°2 : ANALYSE DE LA FONCTION AFFICHAGE (FP3)</u>	18
<u>TP. N°3 : ETUDE DE L'AFFICHAGE MULTIPLEXÉ</u>	21
<u>NOTICE TECHNIQUE DU NE555</u>	AN. N°1
<u>NOTICE TECHNIQUE DU 4543</u>	AN. N°2

PRÉSENTATION

Le métronome est un instrument conçu pour les musiciens. Il est utilisé lors des cours ou des répétitions et sert à marquer la mesure (*tempo*) pour l'exécution d'un morceau de musique. Le *tempo* est défini par la durée d'une note battue un certain nombre de fois par minute. Il s'exprime en battements par minutes (BPM).

La photo partielle d'un métronome mécanique indique le nom et la cadence des principaux *tempos* utilisés :



Un métronome mécanique est constitué d'un balancier qui oscille d'avant en arrière et émet un son en fin de course, marquant ainsi la mesure. Un contrepoids, qui peut être déplacé de haut en bas sur le balancier, permet de régler la cadence.

Les métronomes électroniques modernes, plus précis et plus durables que les métronomes mécaniques, indiquent la cadence choisie par un battement sonore, un témoin clignotant, ou les deux.

Le métronome électronique étudié présente les caractéristiques suivantes :

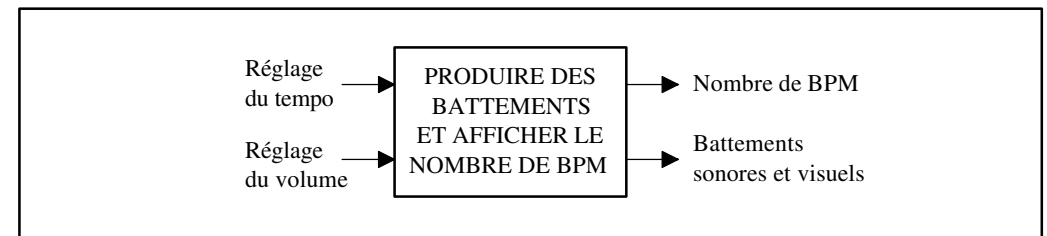
- Il produit des battements sonores (à volume réglable) et visuels (témoin clignotant).
- Les battements sont réglables de 30 à 240 par minute.
- Le nombre de BPM est visible sur trois afficheurs.
- L'alimentation est réalisée par une pile 9V.

A. ANALYSE FONCTIONNELLE DE L'OBJET TECHNIQUE

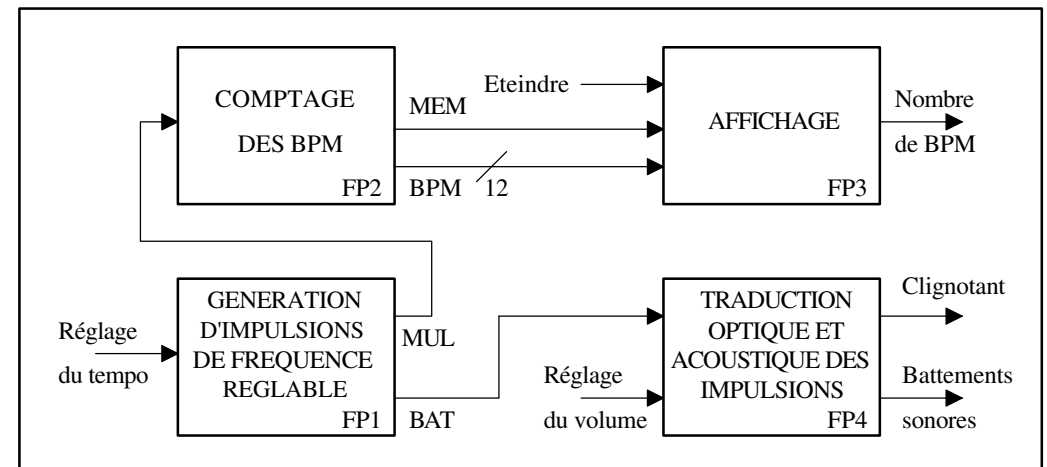
I. FONCTION D'USAGE

Le métronome a pour rôle de produire des battements, de cadence réglable, sonores et visuels et d'afficher leur nombre par minute.

II. SCHÉMA FONCTIONNEL DE NIVEAU II



III. SCHÉMA FONCTIONNEL DE 1ER DEGRÉ



IV. PRÉSENTATION DES FONCTIONS PRINCIPALES

GÉNÉRATION D'IMPULSIONS DE FRÉQUENCE RÉGLABLE (FP1)

Cette fonction produit deux signaux de fréquence variable (réglable par l'utilisateur).

- ♦ Entrée : - Réglage du tempo (fréquence des battements) par action sur un potentiomètre.
- ♦ Sorties : - BAT : signal logique qui fixe la fréquence des battements.
- MUL : signal logique de fréquence multiple de BAT.

COMPTAGE DES BPM (FP2)

Cette fonction compte les BPM, le nombre de périodes par minute du signal BAT.

- ♦ Entrée : - MUL : signal logique de fréquence multiple de BAT.
- ♦ Sortie : - BPM : Le nombre de BPM codé en BCD.

AFFICHAGE (FP3)

Cette fonction convertit le code BCD et affiche les BPM sur 3 afficheurs 7 segments.

- ♦ Entrée : - BPM : le nombre de BPM codé en BCD.
- MEM : signal qui permet de mémoriser le nombre à afficher.
- Eteindre : l'affichage peut être éteint par action sur un interrupteur.
- ♦ Sortie : - Le nombre de BPM présent sur 3 afficheurs 7 segments.

TRADUCTION OPTIQUE ET ACOUSTIQUE DES IMPULSIONS (FP4)

Cette fonction traduit les impulsions du signal BAT en battements sonores et visuels.

- ♦ Entrée : - BAT : signal logique qui fixe la fréquence des battements.
- ♦ Sorties : - Battements sonores à volume réglable, voyant clignotant.

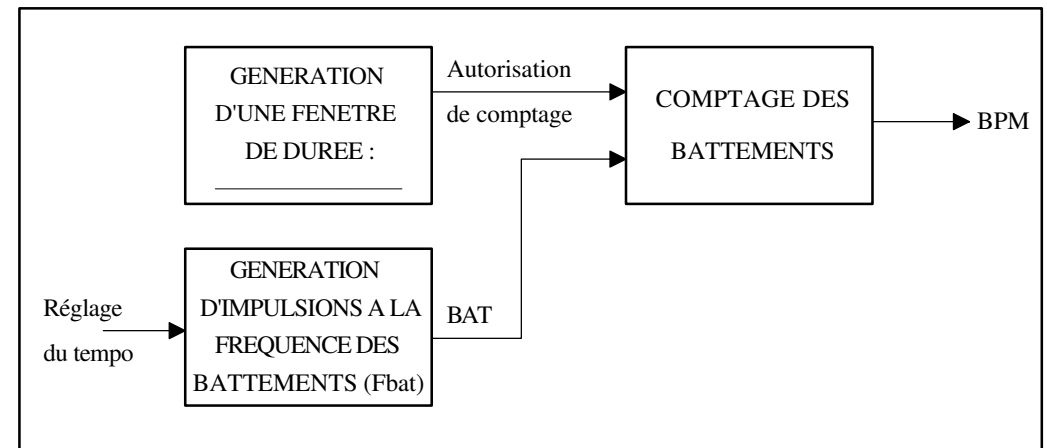
V. PRINCIPE DE LA MESURE DES BPM

1. PRÉSENTATION

Que faut-il faire pour mesurer le nombre de BPM (battements par minute) ?

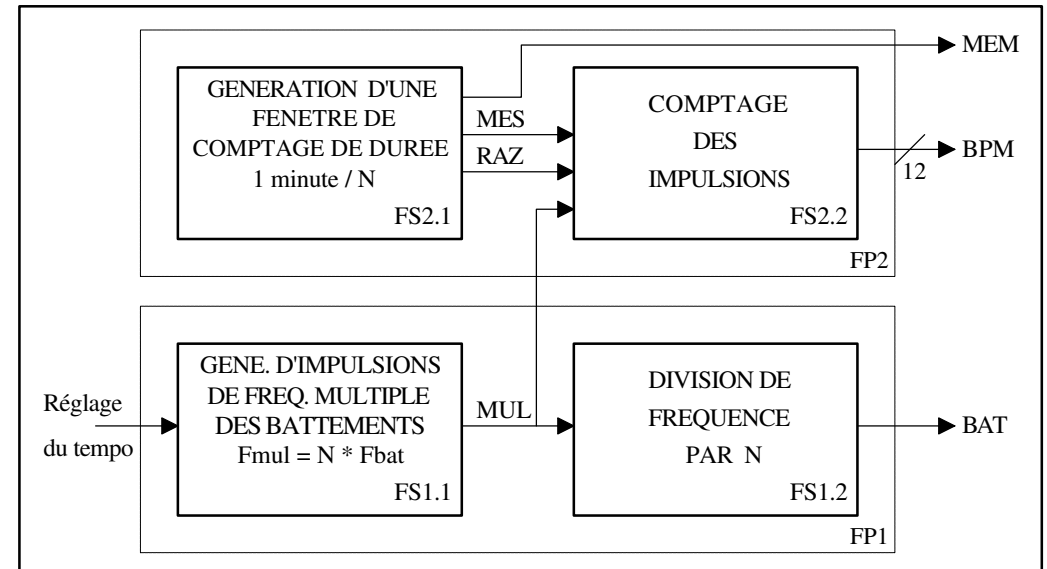
Quel est l'inconvénient de ce principe de mesure ?

2. SCHÉMA DE PRINCIPE



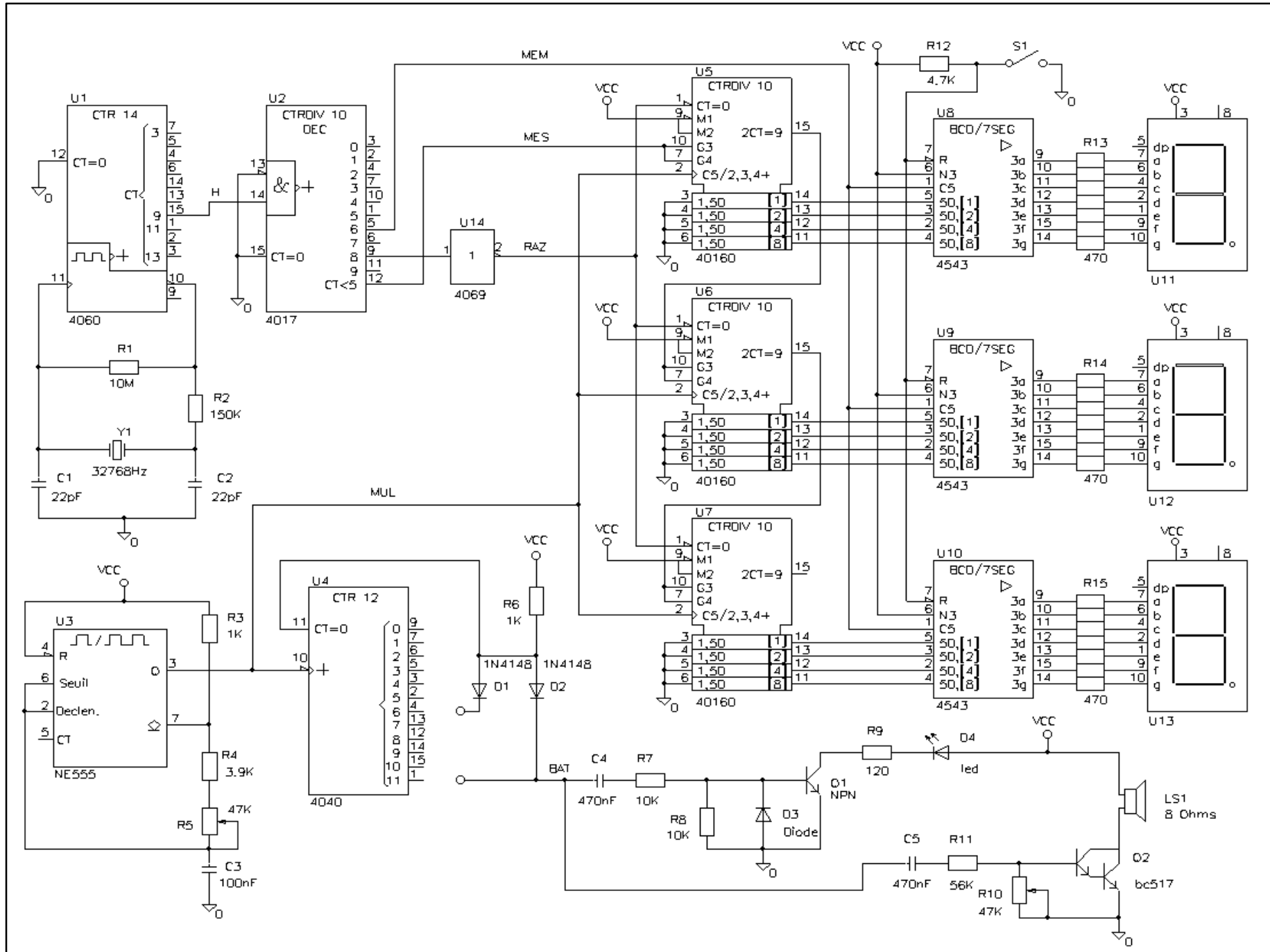
Pour résoudre le problème posé, **on réduit la fenêtre de comptage.**

VI. SCHÉMA FONCTIONNEL DE SECOND DEGRÉ DE FP1 ET FP2



VII. SCHÉMA STRUCTUREL

Le schéma structurel partiel (comportant toutes les fonctions sauf la fonction ALIMENTATION) est donné à la page suivante.



TD. N°1 : ANALYSE DE LA FONCTION GÉNÉRATION D'IMPULSIONS DE FRÉQUENCE VARIABLE (FP1)

A• OBJECTIFS

- Identifier les structures réalisant les fonctions secondaires de FP1.
- Analyser le fonctionnement du temporisateur NE555 à l'aide de sa fiche technique.
- Concevoir partiellement un diviseur de fréquence en utilisant un compteur intégré.

B• DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- Analyse fonctionnelle du métronome.
- Schéma structurel du métronome.

C• PRÉSENTATION

La fonction produit deux signaux de fréquence variable (réglable par l'utilisateur) :

- BAT : signal logique qui fixe la fréquence des battements.
- MUL : signal logique de fréquence multiple de BAT.

D• TRAVAIL DEMANDÉ

I• ANALYSE FONCTIONNELLE DE FP1

1• DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES DU SIGNAL BAT

1.1- A l'aide de la présentation (page 1), rappeler le domaine de réglage en fréquence du signal sonore de sortie (exprimé en BPM) :

1.2- En déduire le domaine de réglage en fréquence correspondant du signal BAT (F_{bat} exprimée en Hertz) :

2• DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES DU SIGNAL MUL

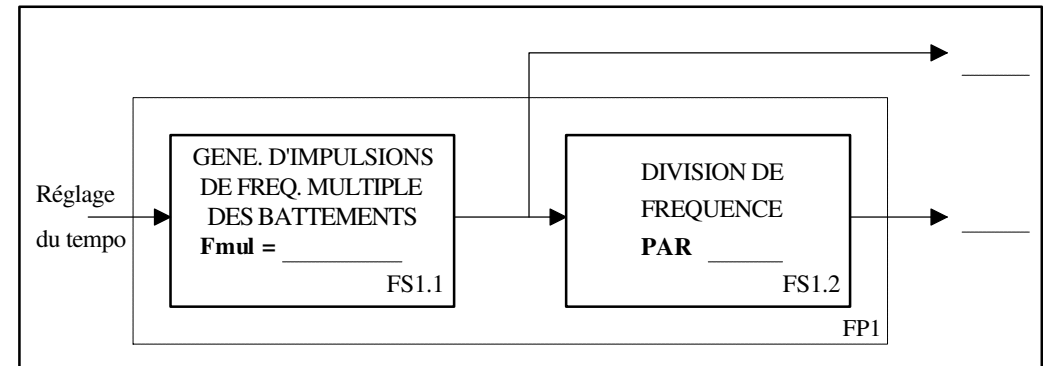
Il a été établi dans le § PRINCIPE DE MESURE DES BPM que la mesure des BPM s'effectuait en comptant les périodes du signal BAT pendant 1 minute. Mais, dans ce cas, **la durée de la mesure et le temps qui sépare deux affichages est trop long**. En pratique la durée de la mesure, ou fenêtre de comptage, est réduite (**divisée par N**) et la fréquence des impulsions comptées (signal MUL) est **multipliée par N**.

2.1- Sachant que la durée de la mesure (fenêtre de comptage) est ramenée de 1 minute à 156.25 ms, calculer le rapport N :

2.2- En déduire le domaine de réglage en fréquence correspondant du signal MUL (F_{mul} exprimée en Hertz) :

3• SCHÉMA FONCTIONNEL DE SECOND DEGRÉ DE FP1

3.1- Compléter le schéma fonctionnel de second degré de FP1 :



3.2- Encadrer sur le schéma structurel les fonctions secondaires de FP1.

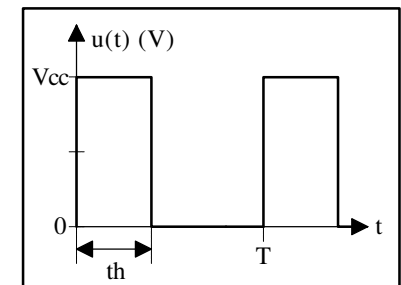
II• RAPPEL DES PROPRIÉTÉS DES SIGNAUX PÉRIODIQUES

1• PÉRIODE - FRÉQUENCE

La tension $u(t)$ représentée ci-contre est périodique. La période T est la durée constante qui sépare deux instants consécutifs où le signal se reproduit identiquement à lui même.

La fréquence F est le nombre de périodes par seconde :

$F =$ _____ T en s, F en Hz.



2• RAPPORT CYCLIQUE

Le rapport cyclique **Rc** (d'un signal carré) définit le rapport :

$$Rc = \text{durée de l'état haut} / \text{période} = th / T$$

III• ANALYSE DE LA FONCTION GÉNÉRATION D'IMPULSIONS DE FRÉQUENCE (FMUL) MULTIPLE DES BATTEMENTS (FS1.1)

1• ANALYSE DE LA DOCUMENTATION DU NE555

1.1- A l'aide de sa fiche technique, identifier le montage réalisé par le NE555 :

 _____

1.2- Relever les formules générales qui donnent la période, la fréquence et le rapport cyclique du signal de sortie du NE555 :


 _____

2• CALCUL DES CARACTÉRISTIQUES DU SIGNAL MUL


Le potentiomètre R5 est monté en résistance ajustable dont la valeur R peut varier entre 0 et sa valeur nominale selon la position du curseur :

$$R = \alpha \cdot R5 \quad \text{avec } 0 \leq \alpha \leq 1$$

2.1- Identifier les noms des composants du schéma avec ceux donnés dans les formules :

 _____

2.2- En déduire les formules qui donnent pour le signal MUL (en fonction des composants) :

 sa période Tmul : _____

 sa fréquence Fmul : _____

 son rapport cyclique Rc : _____

2.3- Calculer, pour les valeurs extrêmes du curseur de R5 :

- les valeurs min. et max. du rapport cyclique Rc :

 _____

- les valeurs min. et max. de la période Tmul :

 _____

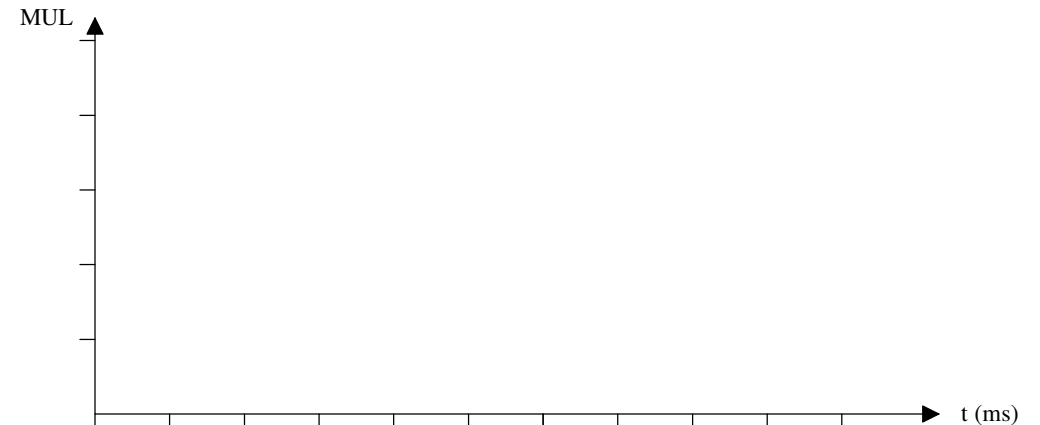
- les valeurs min. et max. de la fréquence fmul :

 _____

2.4- Comparer les valeurs calculées de Fmul avec celles établies dans l'analyse fonctionnelle en complétant le tableau suivant :

Fmul (Hz)	Valeurs calculées	Valeurs fonctionnelles	correspondance (oui / non)
min.			
max.			

2.5- Représenter l'évolution du signal MUL, pour $\alpha = 1$ (échelle X : 1cm=1ms, Y : 1 cm=2V).



IV• ANALYSE DE LA FONCTION DIVISION DE FRÉQUENCE (FS1.2)

1• ANALYSE DU COMPTEUR 4040

1.1- Donner la fonction générale du compteur intégré 4040 :

[Pencil icon] _____

1.2- Indiquer le rôle et le niveau (ou front) actif de ses entrées (broches 10 et 11) :

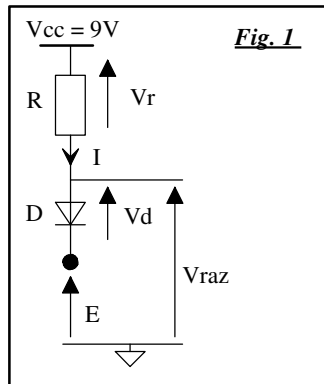
[Pencil icon] _____

2• ANALYSE DE LA STRUCTURE À DIODES

La diode est considérée parfaite : la tension V_d est nulle lorsque la diode est passante (traversée par un courant).

La tension E , issue d'une sortie du compteur, peut prendre les valeurs 0V ('0' logique) ou 9V ('1' logique).

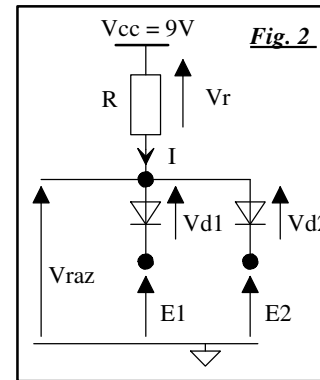
Etude du fonctionnement avec une seule diode (figure 1) :



2.1- Pour chaque valeur de E , donner l'état de la diode (bloqué ou passant). En déduire la valeur de la tension V_{raz} :

[Pencil icon] _____

Etude de la structure à deux diodes (figure 2) :



2.2- En utilisant les résultats établis à la question précédente, compléter le tableau suivant en donnant pour chaque valeur des tensions d'entrée $E1$ et $E2$:

- L'état des diodes $D1$ et $D2$ (bloquée / p.assante).
- La valeur de la tension V_{raz} .

$E1$	$E2$	$D1$	$D2$	V_{raz}

2.3- Pour quel niveau logique de $E1$ et $E2$ la remise à zéro du compteur sera-t-elle activée ?

[Pencil icon] _____

2.4- Quelle est la fonction logique réalisée par le montage à diodes :

[Pencil icon] _____

2.5- Rappeler la valeur du rapport de division de fréquence $N = F_{mul} / F_{bat}$ recherché :

[Pencil icon] _____

2.6- Quelles sont les sorties du compteur qui doivent-être utilisées pour obtenir le rapport de division N voulu ? Compléter le schéma structurel de la fonction (page3) :

[Pencil icon] _____

TP N°1 : MESURE SUR LA FONCTION GÉNÉRATION D'IMPULSIONS DE FRÉQUENCE RÉGLABLE (FP1)

A. OBJECTIFS

- Vérifier expérimentalement les résultats obtenus lors de l'analyse théorique de la fonction FS11.
- Mettre en conformité la maquette du métronome afin que la fonction FS12 soit correctement réalisée.

B. DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- Présentation fonctionnelle du métronome.
- TD n°1 (analyse théorique de FP1).
- Notices techniques du NE555.

C. MATÉRIEL UTILISÉ

- Maquette métronome.
- Alimentation stabilisée.
- Oscilloscope.

D. PRÉSENTATION

La maquette utilisée réalise l'intégralité du métronome étudié. Cependant, les structures de FP2 et FP3 diffèrent légèrement et feront l'objet d'une étude ultérieure : il faut donc se reporter au schéma structurel de la maquette fourni page 15 pour répondre aux questions suivantes.

Avant de commencer le TP assurez-vous que les 7 cavaliers sont rangés sur leur support (en haut à gauche de la carte). Ils devront être remis en place en fin de chaque séance.

E. TRAVAIL DEMANDÉ

I. ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE FS11

1. Encadrer la fonction FS11 sur le schéma structurel de la maquette page 15.
2. D'après la présentation fonctionnelle quelle est la tension d'alimentation de l'objet technique ?

3. Alimenter la carte en limitant le courant à 300mA et positionner le cavalier J4.

On désire vérifier que le réglage de la fréquence de MUL permet d'obtenir les valeurs définies dans l'analyse théorique de FP1.

4. Quel appareil permet de mesurer la fréquence d'un signal ?

5. D'après le schéma structurel de la maquette, quel est le point test qui permet de mesurer le signal MUL ?

6. Imprimer en mode portrait l'oscillogramme de MUL affichant sa fréquence minimale (menu mesure de l'oscilloscope) puis coller cet oscillogramme dans le cadre réservé à cet effet.

Fréquence minimale de MUL = _____

7. Imprimer en mode portrait l'oscillogramme de MUL affichant sa fréquence maximale puis coller cet oscillogramme dans le cadre réservé à cet effet.

Fréquence maximale de MUL = _____

8. Comparer ces résultats avec l'analyse théorique de FP1.

9. A l'aide de l'analyse théorique de FP1, calculer la fréquence F_{MUL} permettant d'avoir 60 BPM.

10. Ajuster P1 pour obtenir cette fréquence sur PT7.
11. Visualiser, imprimer puis coller dans le cadre réservé l'oscillogramme de V_{PT1} en concordance de temps avec V_{PT7} affichant :

La période de MUL = _____

La tension minimale de V_{PT1} = _____

La tension maximale de V_{PT1} = _____

12. Repérer la période T_{MUL} sur l'oscillogramme et justifier sa valeur.

13. Vérifier les tensions minimale et maximale de V_{PT1} à l'aide de la notice technique du NE555 en annexe 1.

14. Positionner les cavaliers J_3 et J_9 . Commenter le résultat obtenu.

II. ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE FS12

15. Encadrer la fonction FS12 sur le schéma structurel de la maquette page 15.
16. Rappeler quelle est la fonction réalisée par les diodes D_2 à D_5 et la résistance R_7 ? Quel est son rôle dans la structure de FS12 ?

Positionner les cavaliers J_5 , J_6 , J_7 et J_8 .

17. Mesurer la fréquence du signal BAT : régler l'oscilloscope en mode normal dans le menu déclenchement avec un level de 4,5V et ajuster la base de temps afin d'avoir 1 période complète de V_{BAT} .

18. En déduire le rapport de division F_{MUL}/F_{BAT} .

Avec J_5 , J_6 , J_7 et J_8 on a $F_{MUL}/F_{BAT} =$ _____

19. Recommencer la mesure avec J_6 , J_7 et J_8 .

20. En déduire le rapport de division F_{MUL}/F_{BAT} .

Avec J_6 , J_7 et J_8 on a $F_{MUL}/F_{BAT} =$ _____

21. Recommencer la mesure avec J_7 et J_8 .

22. En déduire le rapport de division F_{MUL}/F_{BAT} .

Avec J_7 et J_8 on a $F_{MUL}/F_{BAT} =$ _____

23. Recommencer la mesure avec J_5 et J_8 .

24. En déduire le rapport de division F_{MUL}/F_{BAT} .

Avec J_5 et J_8 on a $F_{MUL}/F_{BAT} =$ _____

25. Quelle est la configuration qui permet d'obtenir le rapport de division calculé dans l'analyse théorique ?

26. Compléter les chronogrammes théoriques du document réponse N°1 page 14 en faisant apparaître le nombre de périodes T_{MUL} comptées avant la remise à zéro du compteur U_4 .

27. Déduire du nombre de période T_{MUL} comptées le modulo du compteur donc le rapport de division théorique F_{MUL}/F_{BAT} :

Avec J_5 , J_6 , J_7 et J_8 on a _____ périodes T_{MUL} donc $F_{MUL}/F_{BAT} =$ _____

Avec J_6 , J_7 et J_8 on a _____ périodes T_{MUL} donc $F_{MUL}/F_{BAT} =$ _____

Avec J_7 et J_8 on a _____ périodes T_{MUL} donc $F_{MUL}/F_{BAT} =$ _____

Avec J_5 et J_8 on a _____ périodes T_{MUL} donc $F_{MUL}/F_{BAT} =$ _____

28. Comparer ces résultats avec ceux obtenus expérimentalement.

29. Positionner les cavaliers qui permettent d'obtenir un rapport de division de 384.
30. Relever V_{PT10} et V_{PT11} en concordance de temps (sur 2 périodes de V_{PT11}) en synchronisant l'oscilloscope sur les fronts descendant de V_{PT11} et avec un level à 4,5V. Imprimer et coller cet oscillogramme dans le cadre réservé.
31. Repérer sur cet oscillogramme les niveaux logiques de V_{PT10} et V_{PT11} afin de mettre en évidence le comptage et l'instant où le compteur repasse à 0.
32. L'oscillogramme de V_{PT10} est-il correctement affiché ? Compléter cet oscillogramme.

On va maintenant s'intéresser à l'instant où s'effectue la remise à zéro du compteur.

33. Toujours en visualisant V_{PT10} et V_{PT11} , ajuster la base de temps de l'oscilloscope afin d'observer le changement d'état de V_{PT10} qui effectue cette remise à zéro. En conservant les réglages de l'oscilloscope, sauvegarder l'affichage de V_{PT10} (dans le menu REF1) et visualiser à sa place le signal V_{PT12} . Imprimer et coller cet oscillogramme dans le cadre réservé.
34. A quoi correspond le signal obtenu sur V_{PT12} ?

III. CONCLUSION

35. Les structures étudiées permettent-elles de réaliser les fonctions secondaires de FP1 ?

Oscillogramme de MUL affichant sa fréquence minimale.

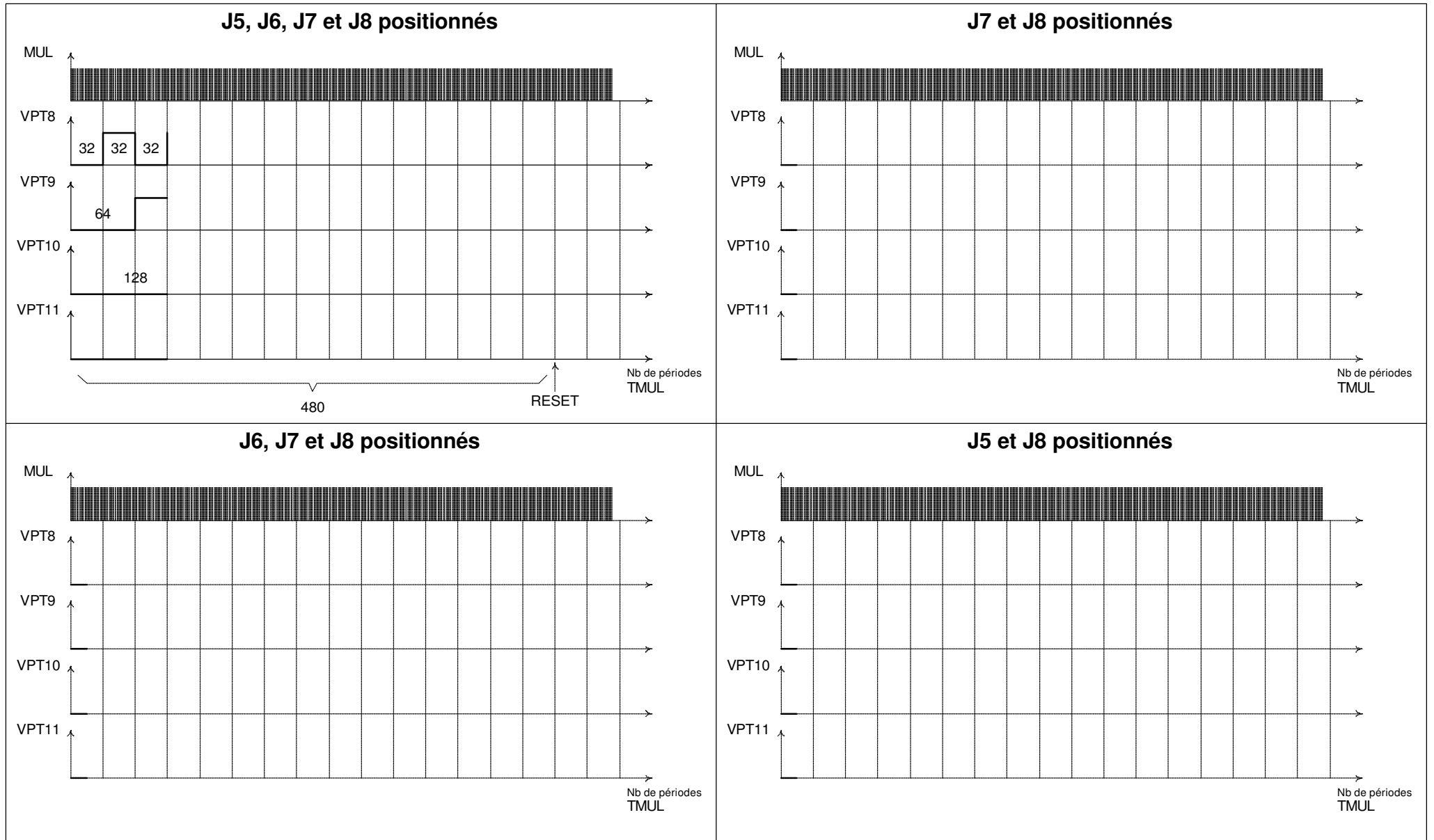
Oscillogramme de MUL affichant sa fréquence maximale.

Oscillogramme de V_{PT1} en concordance de temps avec V_{PT7}

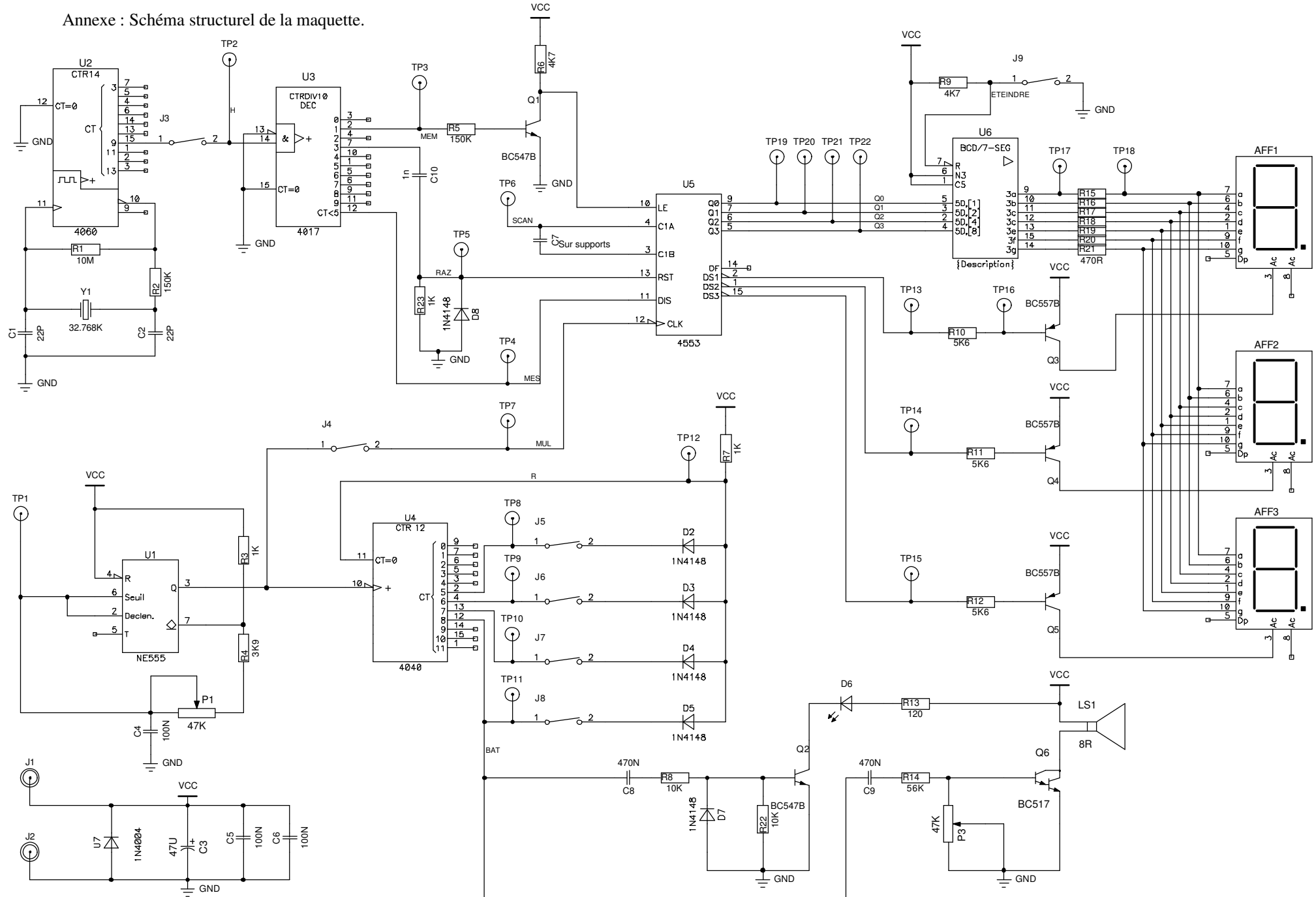
Oscillogramme de V_{PT10} et v_{PT11} .

Oscillogramme de V_{PT10} , V_{PT11} et V_{PT12} .

Document réponse N°1



Annexe : Schéma structurel de la maquette.



TP. N°2 : ANALYSE DE LA FONCTION COMPTAGE DES BPM (FP2)**A. OBJECTIFS**

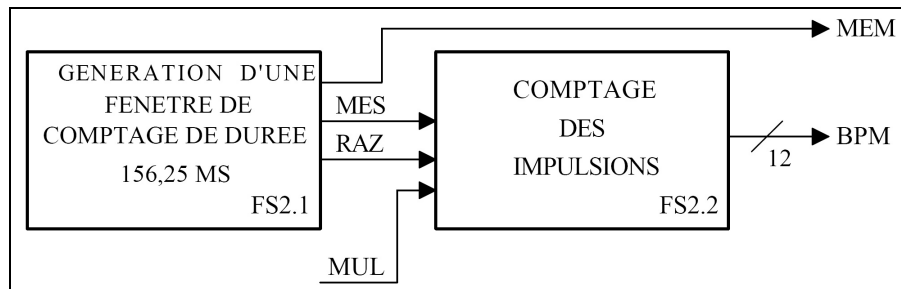
- Établir les chronogrammes de fonctionnement d'un compteur intégré (4017).
- Analyser le fonctionnement du compteur intégré 40160.
- Vérifier expérimentalement, par simulation, que la fonction requise est assurée.

B. DOCUMENT ÉVENTUELLEMENT NÉCESSAIRE

- Schéma structurel du métronome page 3.
- Notice technique du circuit intégré 4060.

C. PRÉSENTATION

La fonction compte les BPM et donne le résultat en BCD (sortie BPM).

I. SCHÉMA FONCTIONNEL DE SECOND DEGRÉ DE FP2**II. PRÉSENTATION DES FONCTIONS SECONDAIRES DE FP2**

FS2.1 : Réalise la fenêtre de comptage (durée pendant laquelle s'effectue le comptage des impulsions) de 156,25ms. Elle produit trois signaux logiques : RAZ, MES et MEM.

- Sortie **RAZ** : signal de remise à zéro de la fonction FS2.2 (COMPTAGE).
- Sortie **MES** : signal qui autorise le comptage pendant une durée de 156,25ms.
- Sortie **MEM** : signal qui commande la mémorisation du nombre à afficher (sur FP3).

FS2.2 : Compte en BCD les périodes du signal MUL.

- Entrée **MUL** : signal logique de fréquence $F_{mul} = F_{bat} * 384$.
- Entrées **RAZ** et **MES** présentées ci-dessus.
- Sortie **BPM** : Le nombre de BPM codé en BCD.

 Encadrer sur le schéma structurel page 3 les fonctions secondaires de FP2.

D. TRAVAIL DEMANDÉ**I. ANALYSE THÉORIQUE DE LA FONCTION : GÉNÉRATION D'UNE FENÊTRE DE COMPTAGE DE DURÉE 156MS (FS2.1)****1. ANALYSE DU 4060**

1.1 A l'aide de sa notice technique, donner les deux fonctions du circuit intégré 4060 :

1.2 Relever la fréquence de l'horloge du 4060 (fixée par Y1). Calculer sa période :

1.3 Calculer le rapport de division réalisé entre la sortie H utilisée et l'horloge du 4060 :

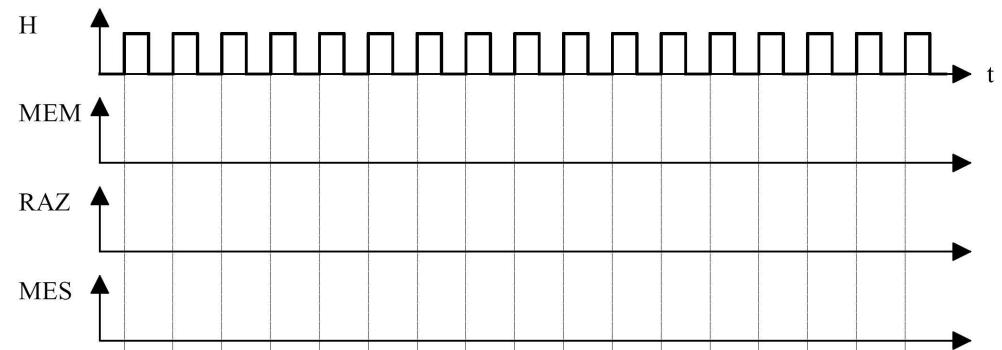
1.4 En déduire la fréquence et la période du signal H (sur la sortie 9) :

2. ANALYSE DU 4060

2.1 Donner la fonction du circuit 4017. Décrire en deux phrases son fonctionnement :

2.2 Préciser le front actif de l'horloge (justifier la réponse) :

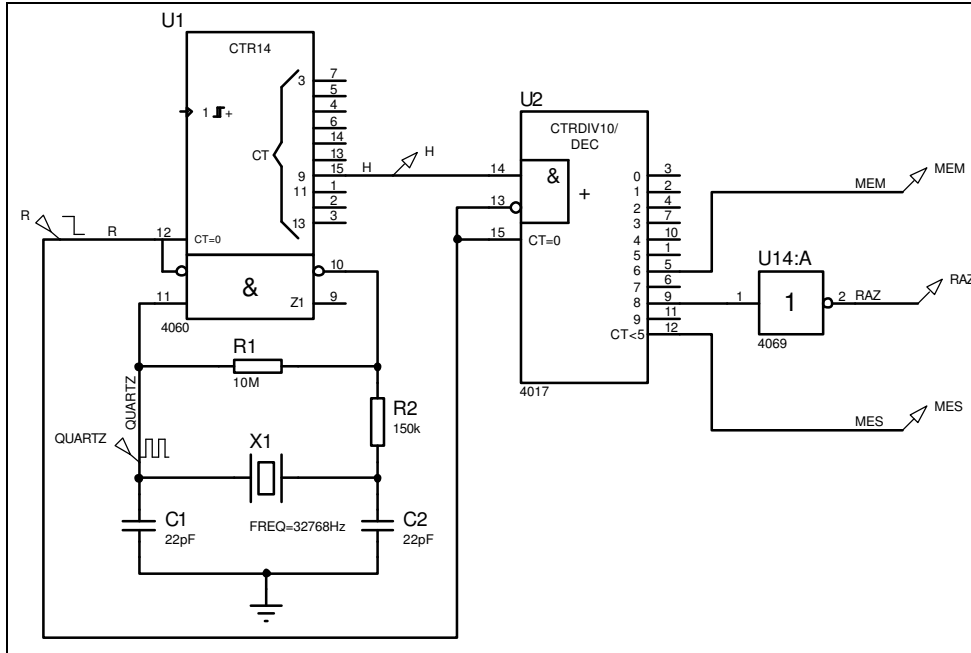
2.3 Compléter les chronogrammes de fonctionnement du 4017 (on considère le 4017 initialement dans la combinaison '0')



II. ANALYSE EXPÉRIMENTALE DE FONCTION FS2.1

1. SAISIE DU SCHEMA

- 1.1 Ouvrir ISIS et créer un Nouveau Projet en choisissant le modèle *Landscape A3*.
- 1.2 Compléter les propriétés du Projet et enregistrer votre projet en respectant le nom et le chemin suivants : P:\ELN\METFS21.DSN
- 1.3 Réaliser le schéma sans oublier de labéliser les fils.



2. LANCEMENT DE LA SIMULATION ET EXPLOITATION DES RÉSULTATS

- 2.1 L'entrée QUARTZ doit être définie par un générateur DCLOCK de 32768 Hz.
- 2.2 L'entrée R sera active à $t=0$ pour une durée de $1\mu s$.
- 2.3 Les signaux à visualiser sont, dans l'ordre : R, QUARTZ, H, MEM, RAZ et MES.
- 2.4 La durée de la simulation sera établie entre 140ms (Temps départ) et 650ms (Temps fin).

3. EXPLOITATION DES CHRONOGRAMMES

- 3.1 Vérifier en les mesurant, la période du signal QUARTZ et celle du signal H :

- 3.2 Calculer le rapport de division de fréquence réalisé par le 4060. Comparer cette valeur à la valeur théorique :

- 3.3 Comparer les chronogrammes des sorties du 4017 avec ceux établis théoriquement.

Faites vérifier le fonctionnement par le professeur.

- 3.4 Mesurer sur le signal MES :

La durée à '0' du signal MES, $t_0 =$ _____

La durée à '1' du signal MES, $t_1 =$ _____

- 3.5 Imprimer les chronogrammes de façon à les coller dans le cadre ci-dessous. Reporter ces valeurs sur le chronogramme du signal MES.

Chronogrammes de FS21 :

- 3.6 En déduire la durée de la période du signal MES. Justifier ce résultat :

III. ANALYSE THÉORIQUE DE LA FONCTION : COMPTAGE DES IMPULSION DU SIGNAL MUL (FS2.2)

1. ANALYSE DU 40160

L'analyse sera faite à partir du symbole du 40160 donné ci-contre.

1.1 Donner le numéro de broche, la fonction et le niveau actif des entrées du 40160 sur lesquelles sont appliquées les entrées RAZ, MES et MUL :

Nom	N°	Actif	Rôle
RAZ			
MES			
MUL			

2. SYNTHÈSE DE LA SÉQUENCE DE FONCTIONNEMENT

2.1 Sur les chronogrammes de FS2.1 imprimés :

- Surligner en rouge les moments où le signal RAZ est actif.
- Surligner en vert les moments où le signal MES est actif.

2.2 Quelle est la durée active du signal MES ?

2.3 Comment est appelée cette durée dans la présentation fonctionnelle ?

2.4 Sachant que le signal MEM réalise la mémorisation du nombre à afficher est actif au niveau haut, préciser l'ordre dans lequel les signaux MEM, RAZ et MES agissent :

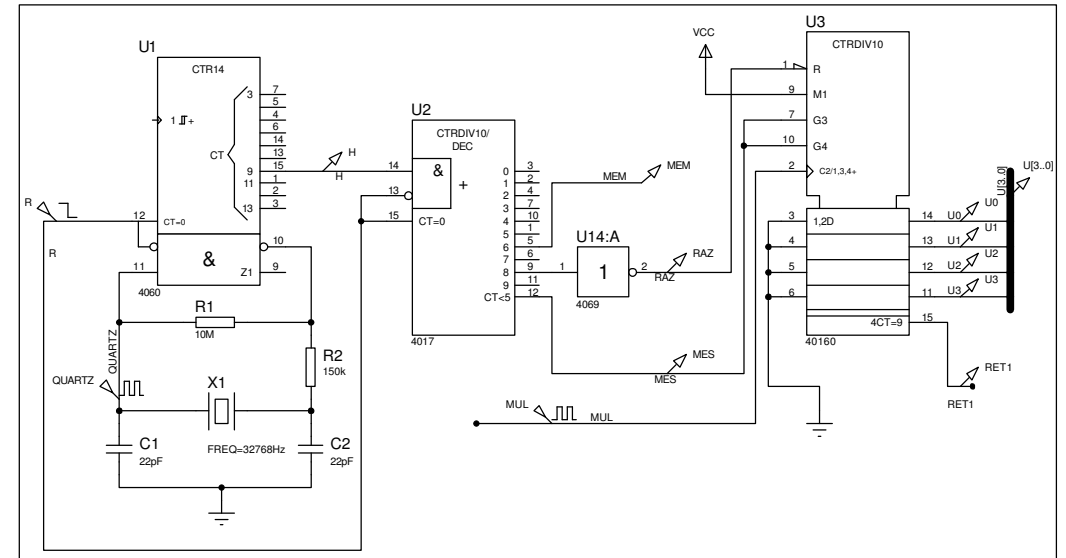
IV. ANALYSE EXPÉRIMENTALE DE LA FONCTION : COMPTAGE DES IMPULSION DU SIGNAL MUL (FS2.2) PARTIELLE

1. SAISIE DU SCHÉMA

1.1 Enregistrer votre projet précédent puis effectuer une copie en respectant le nom et le chemin suivants : P:\ELN\FS21FS22.DSN

On réalise une première simulation partielle de la fonction FS2.2 (comptage des impulsions) afin de **vérifier le fonctionnement du compteur intégré 40160 seul**.

1.2 Réaliser le schéma sans oublier de labéliser les fils.



1.3 La première simulation sera réalisée pour une fréquence de **30 BPM**. Calculer la fréquence du signal MUL correspondante ainsi que sa période :

1.4 Paramétrer le signal MUL afin obtenir la période voulue.

1.5 La durée de la simulation sera établie entre 234ms (Temps départ) et 600ms (Temps fin).

1.6 Faire apparaître les signaux R, QUARTZ, H, RAZ, MES, MUL, U0, U1, U2, U3, le bus U[3..0] (la valeur de sortie de compteur) et RET1. Lancer la simulation.

2. EXPLOITATION DES RÉSULTATS

2.1 Vérifier la concordance des chronogrammes obtenus avec ceux attendus et **faites vérifier par le professeur**.

2.2 Imprimer les chronogrammes de façon à les coller dans le cadre ci-dessous.

Chronogrammes de FS21 et FS22 partielle :

2.3 Quelle est la valeur décimale du compteur entre $t = 234.4\text{ms}$ et $t = 265.6\text{ms}$ (justifier) :

2.4 Quelle est la valeur de sortie du compteur entre $t = 265.6\text{ms}$ et $t = 296.9\text{ms}$ (justifier) :

2.5 Que se passe-t-il à partir de $t = 296.9\text{ms}$ (justifier) :

2.6 Donner le nombre total de périodes du signal MUL comptées (justifier cette valeur) :

2.7 Le signal RET1 sert à la mise en cascade des compteurs 40160. Surligner en rouge les moments où ce signal est actif. Combien de fois cet évènement se produit-il (justifier cette valeur) :

V. ANALYSE EXPÉRIMENTALE DE LA FONCTION : COMPTAGE DES IMPULSION DU SIGNAL MUL (FS2.2) COMPLÈTE

1. MISE EN CASCADE DE TROIS COMPTEUR 40160

1.1 D'après le schéma structurel (page 3), donner le mode d'association des 40160 :

1.2 Indiquer quel est le compteur des unités, celui des dizaines et celui des centaines :

2. SIMULATION À 30 BPM ET À 240 BPM

2.1 Effectuer la saisie du schéma avec les trois compteurs (compléter le schéma précédent). Nommer les sorties du compteur des dizaines D0 à D3, sa retenue RET2. Nommer les sorties du compteur des centaines C0 à C3. Placer le bus des dizaines D[3..0] et celui des centaines C[3..0].

2.2 Visualiser les chronogrammes RAZ, MES, MUL, UNITE, RET1, D[3..0], RET2 et C[3..0]. Lancer la simulation.

2.3 Vérifier la concordance des chronogrammes avec ceux attendus. **Faire vérifier.**

2.4 Modifier la simulation afin d'obtenir 240 BPM. **Faire vérifier.**

2.5 Imprimer les chronogrammes de façon à les coller dans le cadre ci-dessous.

Chronogrammes de FS21 et FS22 complète :

TD. N°2 : ANALYSE DE LA FONCTION AFFICHAGE (FP3)**A• OBJECTIFS**

- Analyser le fonctionnement des deux types d'afficheurs 7 segments.
- Analyser le fonctionnement d'un circuit de commande d'afficheurs.
- Dimensionner les résistances de protection d'un afficheur à 7 segments.

B• DOCUMENTS NÉCESSAIRES

- Schémas structurels du métronome.
- Fiche technique du composant MC4543 (annexe N°2).
- Mémotech.

C• PRÉSENTATION

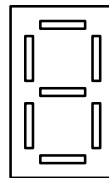
Les caractéristiques fonctionnelles de FP3 sont données à la page 2.

D• TRAVAIL DEMANDÉ**I• FONCTIONNEMENT DES AFFICHEURS 7 SEGMENTS**

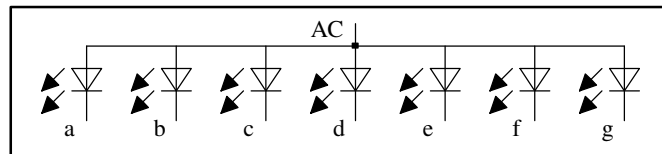
Un afficheur 7 segments est constitué de 7 segments lumineux (leds) disposés ainsi :

A l'aide de la documentation technique sur les afficheurs, indiquer la lettre affectée à chacun des segments.

On distingue deux types d'afficheurs : les afficheurs à anodes communes (AC) et les afficheurs à cathodes communes (CC).

**1• AFFICHEURS À ANODES COMMUNES**

Les anodes des 7 leds (segments) sont reliées entre elles :



1.1- A quel niveau logique devra-t-on relier l'anode commune pour que les segments puissent être éclairés?

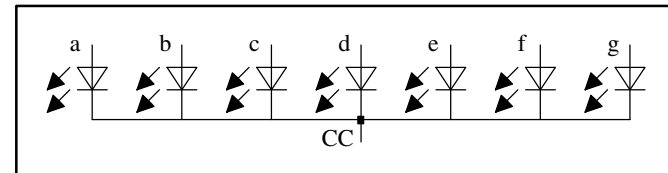
✍ _____

1.2- A quel niveau logique devra être reliée l'entrée g pour que :

- Le segment g soit éteint : _____ - Le segment g soit éclairé : _____

2• AFFICHEURS À CATHODES COMMUNES

Les cathodes des 7 leds (segments) sont reliées entre elles :



2.1- A quel niveau logique devra-t-on relier la cathode commune pour que les segments puissent être éclairés?

✍ _____

2.2- A quel niveau logique devra être reliée l'entrée g pour que :

- Le segment g soit éteint : _____ - Le segment g soit éclairé : _____

3• CARACTÉRISTIQUES DES AFFICHEURS UTILISÉS

On utilise trois afficheurs à anode commune, de couleur rouge et de taille 10.16mm.

3.1- Chercher, dans le MEMOTECH, la référence des afficheurs :

✍ _____

3.2- Relever, pour cet afficheur, le courant dans un segment et la tension à ses bornes pour des conditions normales de fonctionnement :

✍ _____

II• ANALYSE DU CIRCUIT MC4543**1• ANALYSE DE LA NOTICE TECHNIQUE DU COMPOSANT**


1.1- A l'aide de la documentation technique du circuit (ANNEXE N°2), indiquer la fonction réalisée par le circuit MC4543 :

✍ _____

- 1.2- Compléter le tableau suivant, en donnant pour chacune des broches reprées :
- Son numéro et sa désignation (utilisée dans la doc.).
 - Son rôle et son niveau actif.

NOM	N°	DES.	ACTIF	RÔLE
a3.. g3				
R				
N3				
C5				
5D,[1]... 5D,[8]				

- 1.3- Que vaut R lorsque l'interrupteur S1 est fermé ? En déduire le rôle de cet interrupteur dans le métronome ?

 _____

- 1.4- Justifier l'état logique donné à N3 :

 _____

- 1.5- Quel sera le niveau logique présent sur les sorties a à g si le nombre 7 est appliqué sur les entrées (en BCD) :

 _____

2. DIMENSIONNEMENT DES RÉSISTANCES R13

- 2.1- Indiquer le rôle des résistances connectées entre les sorties des 4543 et les segments des afficheurs :

 _____


- 2.2- Compléter, ci-contre, le schéma d'alimentation du segment b (depuis la sortie b du 4543):

- 2.3- Rappeler le niveau logique de la sortie b qui permet l'éclairement du segment. Comment est nommée cette tension dans la fiche technique :

 _____

- 2.4- Sur le schéma, repérer le courant dans le circuit et reporter son nom.

- 2.5- Relever sur la fiche technique du MC4543, la valeur maximale de ce courant :


 _____

- 2.6- Cette valeur est-elle compatible avec le courant requis pour un segment ? (Justifier) :

 _____

On veut fixer le courant dans un segment éclairé à 9mA.

- 2.7 - A l'aide de la fiche technique du MC4543, Déterminer dans ce cas la tension présente sur la sortie d'un segment :

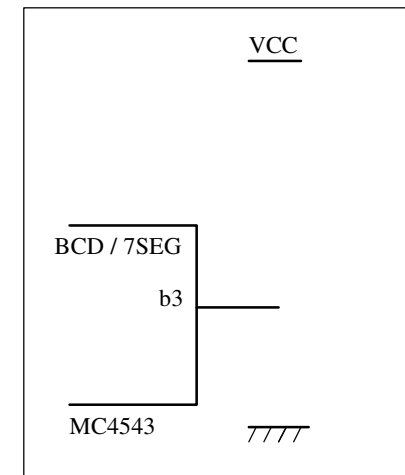
 _____

- 2.8- Calculer la valeur de la résistance R13 dans ce cas :

 _____

- 2.9- Justifier la valeur normalisée choisie pour R13 :

 _____



III- ÉTUDE PARTIELLE DE LA FONCTION AFFICHAGE OPTIMISÉE

Pour cette étude, on utilise le schéma de la maquette réalisée (page 9).

1- NOTION D’AFFICHAGE MULTIPLEXÉ

1.1- Quelle est la principale différence entre le schéma de la maquette et celui utilisé précédemment pour l' étude de la fonction AFFICHAGE :

1.2- Quelle modification cela entraîne-t-il pour l'affichage des trois chiffres sur les trois afficheurs :

1.3- Comment un nombre pourra-t-il être visible (sur les trois afficheurs) :

1.4- Quel est le composant qui permet que l'afficheur AFF1 soit éclairé ou non :

2- DIMENSIONNEMENT DE LA RÉSISTANCE R10

On donne la structure interne de l'afficheur AFF1 associé à sa structure de commande :

2.1- La tension qui permet la commande de Q3 est le signal logique VDS1 issu du 4553. Ce signal peut prendre deux valeurs 0 et 9V. Compléter le tableau, en indiquant dans chaque cas :

- L'état du transistor (bloqué / saturé).

- L'état de l'afficheur (éclairé / éteint).

VDS1 (V)	ÉTAT DE Q3	ÉTAT DE AFF1
0		
9		

2.2- Relever les valeurs min. et max. de β pour Q3 :

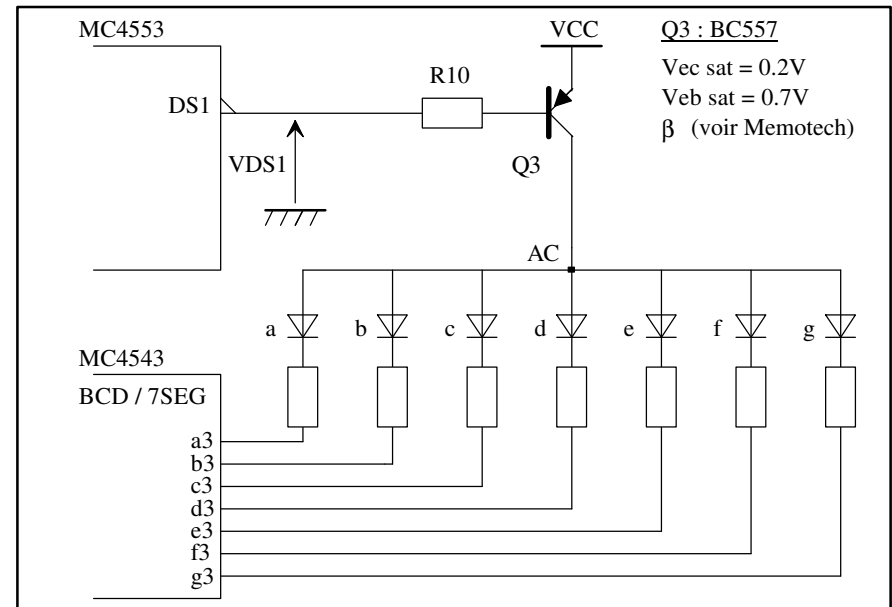
2.3- Flêcher sur le schéma les tensions et courants qui se rapportent au transistor.

2.4- De quoi dépend la valeur du courant I_c dans le montage ?

2.5- Combien de valeurs différentes ce courant peut-il prendre ?

2.6- Dans quel cas I_c sera-t-il max ? Calculer sa valeur :

2.7- Calculer I_{bsat} min, I_b réel et vérifier que la condition de saturation est réalisée :



TP N°3 : ETUDE DE L’AFFICHAGE MULTIPLEXE**A. OBJECTIF**

- Effectuer l'étude pratique des structures optimisées de FP2 et FP3 et vérifier que les fonctions définies dans l'analyse fonctionnelle sont correctement réalisées.

B. DOCUMENTS NECESSAIRES

- Présentation fonctionnelle du métronome.
- Schéma structurel de la maquette métronome.

C. MATERIEL UTILISE

- Maquette métronome.
- Alimentation stabilisée.
- Oscilloscope.
- GBF.
- Voltmètre.

D. PRESENTATION

Dans un souci d'intégration de la maquette nous avons remplacé les trois compteurs modulo 10 et les trois décodeurs BCD/7SEG. La structure ne compte plus qu'un compteur de référence 4553 et un décodeur 4543.

Avant de commencer le TP assurez-vous que les 7 cavaliers sont rangés sur leur support (en haut à gauche de la carte). Ils devront être remis en place en fin de chaque séance.

Il faudra également veiller à repositionner le condensateur C7 de 100nF sur son support.

E. TRAVAIL DEMANDE

1. Placer les cavaliers J₃, J₄, J₇, J₈ et J₉. Alimenter la maquette sous 9V sans oublier de limiter le courant à 300mA. Régler le métronome à 148 BPM. La visibilité des afficheurs est-elle satisfaisante ?

2. Régler votre GBF à l'aide de l'oscilloscope de manière à obtenir un signal rectangulaire variant de 0 à 9V. Faire vérifier votre réglage par le professeur.

3. Retirer le cavalier J₃ et le condensateur C7. Placer le GBF sur SCAN (TP6) en faisant varier sa fréquence de quelques Hertz à quelques centaines de Hertz. Commenter les résultats obtenus.

4. Quelle est la fréquence qui permet d'obtenir un affichage satisfaisant ?

Le composant U5 est capable de générer lui-même son signal d'horloge SCAN. C'est le condensateur C7 qui fixe la fréquence de ce signal :

$$F_{SCAN} = 4,2 / C7 \quad \text{avec } C7 \text{ en } \mu\text{F}$$

5. Calculer C7 à partir de la relation ci-dessus et du résultat de la question 4. Choisir C7 dans la série E3.

6. Retirer le GBF et placer le condensateur trouvé à la question précédente.
7. Que constatez-vous ? Vérifier la fréquence du signal SCAN sur TP6 en la mesurant à l'oscilloscope.

Retirer de nouveau C7 et replacer le GBF sur TP6 en le réglant à sa fréquence minimale. Lorsque les unités sont affichées, arrêter le signal SCAN en appuyant sur le bouton -40dB du GBF.

8. Mesurer au voltmètre le niveau logique des sorties DS1, DS2 et DS3 (PT13, PT14 et PT15).

9. Recommencer la question précédente avec le digit des dizaines affiché.

10. Recommencer la question précédente avec le digit des centaines affiché.

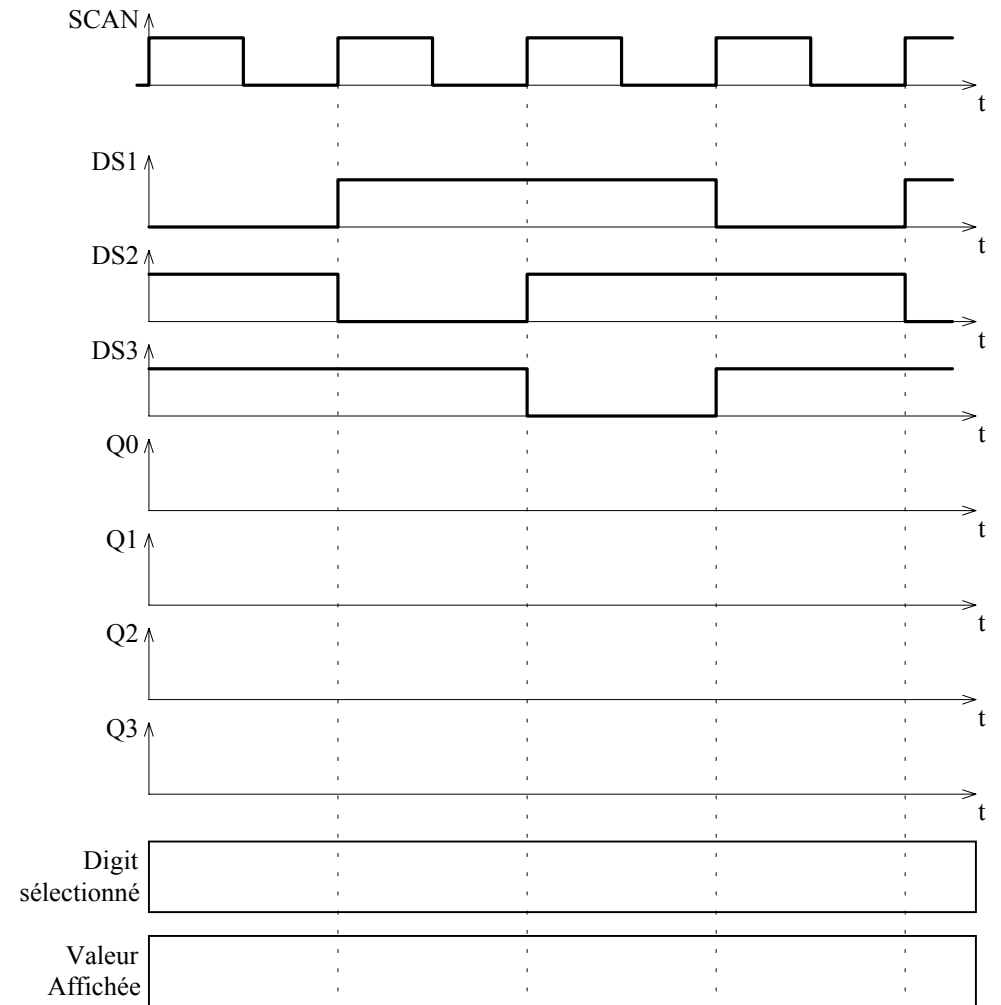
11. En déduire le rôle de DS1, DS2 et DS3 ainsi que leur niveau d'activité.

12. Afficher le digit des unités. Mesurer au voltmètre le niveau logique des sorties Q0, Q1, Q2 et Q3 de U5.

13. Recommencer la question précédente pour le digit des dizaines.

14. Recommencer la question précédente pour le digit des centaines.

15. Compléter les chronogrammes suivants :



16. Quelle est la technologie et le type des transistors Q3, Q4 et Q5.

17. Flécher Ib, Ic, Veb, Vec du transistor Q3 dans le sens positif.

18. Flécher les tensions U_{R15} et U_{R10} .

19. Quels doivent être les niveaux logiques sur TP17 et TP13 pour que le segment 'a' soit allumé ?

20. De quoi dépend la valeur du courant I_c dans les transistors Q3, Q4 et Q5 ?

21. Afficher le digit des unités. Mesurer au voltmètre la DDP aux bornes de la résistance R15 (entre TP17 et TP18).

22. Déduire de ce résultat et de la loi d'ohm, le courant dans le segment 'a' de l'afficheur AFF1.

23. En déduire le courant total dans le collecteur du transistor Q3.

24. Rappeler la condition de saturation du transistor.

25. Mesurer la DDP aux bornes de R10. En déduire le courant de base du transistor.

26. On considère que l'amplification en courant du transistor est $h_{FEmin} = 75$. Le transistor est-il saturé ?

27. Quel est son coefficient de sursaturation ?

28. D'après les chronogrammes établis à la question 15 quel est le courant moyen dans le segment 'a' de l'afficheur en fonctionnement normal de la carte ?

29. En déduire quel est le courant moyen dans le collecteur du transistor.

Circuits spécialisés 555 et 556

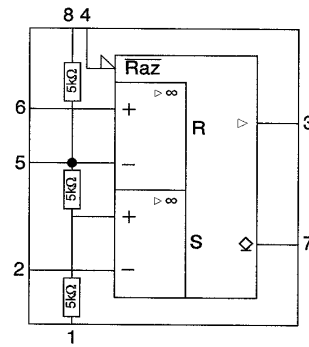
Les circuits intégrés **NE 555** et **NE 556** sont des temporisateurs de longue durée qui permettent la réalisation de temporisation allant de quelques microsecondes à quelques heures.

Leurs performances et leur facilité d'emploi leur ont ouvert des domaines jusqu'alors réservés à l'électromécanique.

Le **NE 556** est constitué de deux **NE 555** dans le même boîtier.

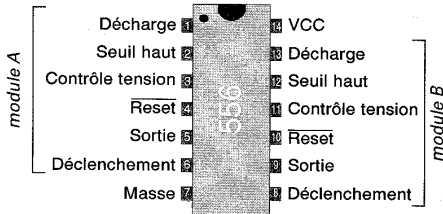
Caractéristiques et symbole

Plage de tension d'alimentation 3 à 16 V
 Courant de sortie maxi 200 mA
 Temps de réponse 100 nS
 Précision 1 %
 RAZ 0,7 V ; 0,1 mA



Brochages

Circuit spécialisé 556



Circuit spécialisé 555

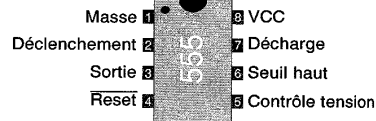
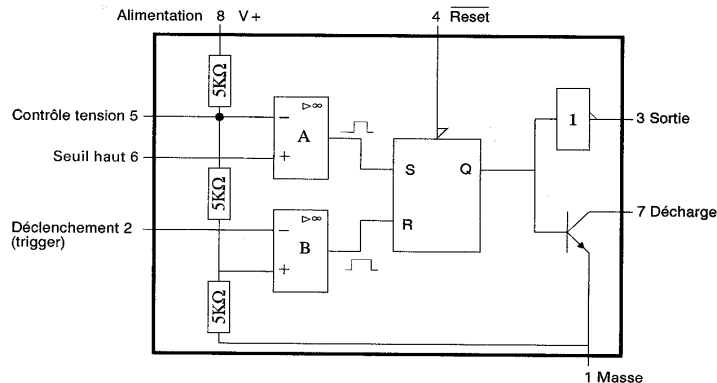
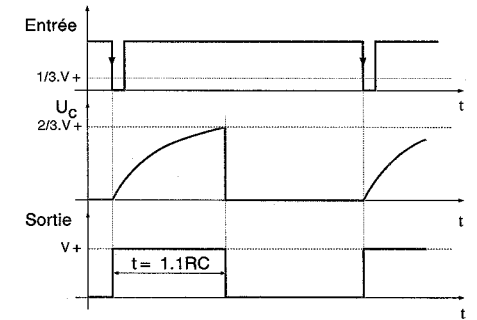
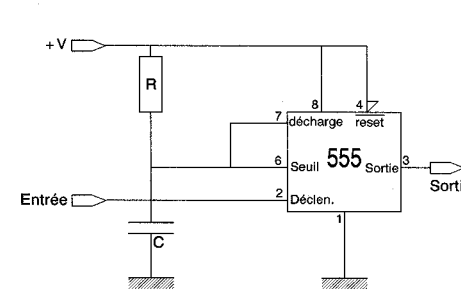


Schéma interne



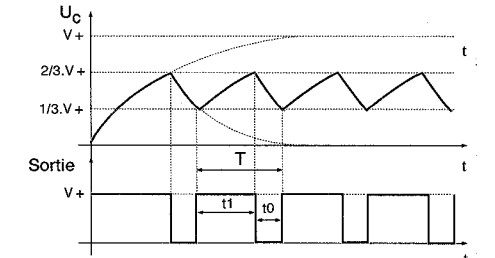
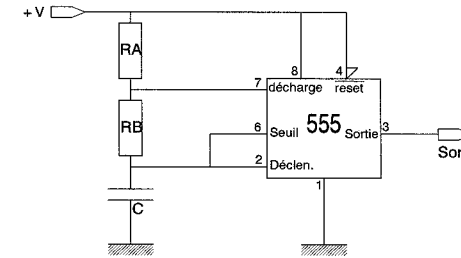
• Montage monostable



Chaque fois qu'une impulsion est envoyée sur l'entrée « déclenchement », on obtient en sortie une impulsion calibrée de durée :

t = 1,1 RC

• Montage astable



Le montage change successivement d'état et délivre des impulsions en permanence sur la sortie, il est appelé astable. La période du signal de sortie est :

T = t1 + t0
 $t1 = 0,693.(RA + RB).C$ (Charge de C)
 $t0 = 0,693.RB.C$ (Décharge de C)
 (0,693 = ln 2)

Fréquence
 $T = 0,693 (RA + 2.RB).C$
 $f = \frac{1,44}{(RA + 2.RB).C}$

Rapport cyclique
 $R_c = \frac{RA + RB}{RA + 2.RB}$

MC14543B

BCD-to-Seven Segment Latch/Decoder/Driver for Liquid Crystals

The MC14543B BCD-to-seven segment latch/decoder/driver is designed for use with liquid crystal readouts, and is constructed with complementary MOS (CMOS) enhancement mode devices. The circuit provides the functions of a 4-bit storage latch and an 8421 BCD-to-seven segment decoder and driver. The device has the capability to invert the logic levels of the output combination. The phase (Ph), blanking (Bl), and latch disable (LD) inputs are used to reverse the truth table phase, blank the display, and store a BCD code, respectively. For liquid crystal (LC) readouts, a square wave is applied to the Ph input of the circuit and the electrically common backplane of the display. The outputs of the circuit are connected directly to the segments of the LC readout. For other types of readouts, such as light-emitting diode (LED), incandescent, gas discharge, and fluorescent readouts, connection diagrams are given on this data sheet.

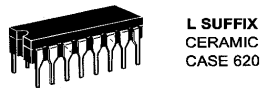
Applications include instrument (e.g., counter, DVM etc.) display driver, computer/calculator display driver, cockpit display driver, and various clock, watch, and timer uses.

- Latch Storage of Code
- Blanking Input
- Readout Blanking on All Illegal Input Combinations
- Direct LED (Common Anode or Cathode) Driving Capability
- Supply Voltage Range = 3.0 V to 18 V
- Capable of Driving Two Low-power TTL Loads, One Low-power Schottky TTL Load or Two HTL Loads Over the Rated Temperature Range
- Pin-for-Pin Replacement for CD4056A (with Pin 7 Tied to VSS).
- Chip Complexity: 207 FETs or 52 Equivalent Gates

MAXIMUM RATINGS* (Voltages referenced to VSS)

Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	V _{DD}	-0.5 to +18	V
Input Voltage, All Inputs	V _{in}	-0.5 to V _{DD} + 0.5	V
DC Input Current per Pin	I _{in}	±10	mA
Operating Temperature Range	T _A	-55 to +125	°C
Power Dissipation, per Package†	P _D	500	mW
Storage Temperature Range	T _{stg}	-65 to +150	°C
Maximum Continuous Output Drive Current (Source or Sink) per Output	I _{OHmax} I _{OLmax}	10	mA
Maximum Continuous Output Power* (Source or Sink) per Output	P _{OHmax} P _{OLmax}	70	mW

* P_{OHmax} = I_{OH} (V_{OH} - V_{DD}) and P_{OLmax} = I_{OL} (V_{OL} - V_{SS})
 * Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.
 † Temperature Derating:
 Plastic "P and D/DW" Packages: - 7.0 mW/°C From 65°C To 125°C
 Ceramic "L" Packages: - 12 mW/°C From 100°C To 125°C



L SUFFIX
CERAMIC
CASE 620



P SUFFIX
PLASTIC
CASE 648



D SUFFIX
SOIC
CASE 751B

ORDERING INFORMATION

MC14XXXBCP Plastic
 MC14XXXBCL Ceramic
 MC14XXXBD SOIC
 T_A = -55° to 125°C for all packages.

TRUTH TABLE

Inputs				Outputs							Display
LD	Bl	Ph*	D C B A	a	b	c	d	e	f	g	
X	1	0	X X X X	0	0	0	0	0	0	0	Blank
1	0	0	0 0 0 0	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0 0 0 1	1	0	1	1	0	0	0	1
1	0	0	0 0 1 0	1	1	0	1	1	0	1	2
1	0	0	0 0 1 1	1	1	1	0	0	1	1	3
1	0	0	0 1 0 0	0	1	1	0	0	1	1	4
1	0	0	0 1 0 1	1	0	1	1	0	1	1	5
1	0	0	0 1 1 0	1	0	1	1	1	1	1	6
1	0	0	0 1 1 1	1	1	1	0	0	0	0	7
1	0	0	1 0 0 0	1	1	1	1	1	1	1	8
1	0	0	1 0 0 1	1	1	1	1	0	1	1	9
1	0	0	1 0 1 0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
1	0	0	1 0 1 1	0	0	0	0	0	0	0	Blank
1	0	0	1 1 0 0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
1	0	0	1 1 1 0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
1	0	0	1 1 1 1	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	0	0	X X X X	**	**	**	**	**	**	**	**
†	†	†	†	Inverse of Output Combinations Above						Display as above	

X = Don't care
 † = Above Combinations
 * = For liquid crystal readouts, apply a square wave to Ph
 For common cathode LED readouts, select Ph = 0
 For common anode LED readouts, select Ph = 1
 ** = Depends upon the BCD code previously applied when LD = 1

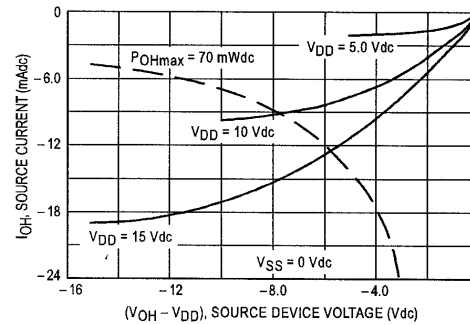


Figure 1. Typical Output Source Characteristics

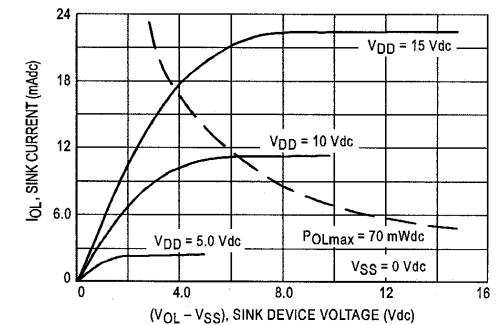
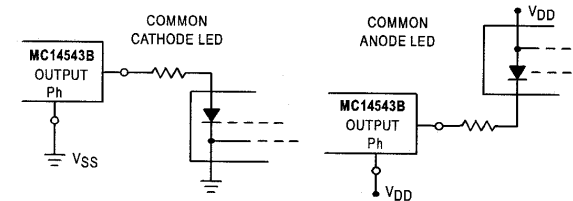


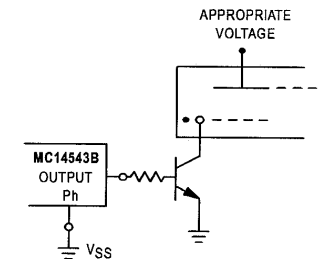
Figure 2. Typical Output Sink Characteristics

LIGHT EMITTING DIODE (LED) READOUT

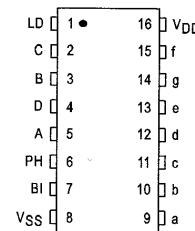


NOTE: Bipolar transistors may be added for gain (for V_{DD} ≤ 10 V or I_{out} ≥ 10 mA).

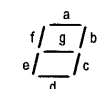
GAS DISCHARGE READOUT



PIN ASSIGNMENT



CONNECTIONS TO SEGMENTS



V_{DD} = PIN 16
 V_{SS} = PIN 8

DISPLAY

