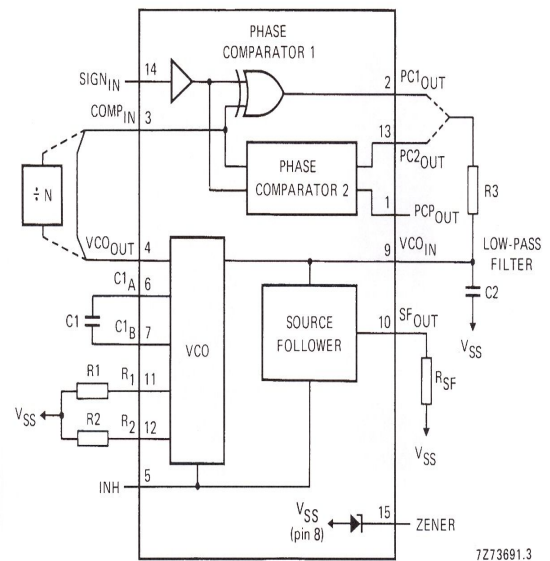


Application CI PLL 4046



I Modulation de fréquence (ou de phase):

I-1 Principe:

On utilise la PLL 4046 alimentée en +15v avec son comparateur de phase 1 et le filtre passe bas RC.

On réalise une modulation en ajoutant un signal modulant $\mathcal{V}_m(t) = V_m \cos(2\pi f_m t)$ à l'entrée du VCO. La tension de sortie est alors modulée en fréquence ou en phase.

Pour simplifier les calculs, on supposera que $\mathcal{V}_e(t) = V_e \cos(2\pi f_0 t + \varphi_e)$ et $\mathcal{V}_s(t) = V_s \cos(2\pi f_0 t + \varphi_s)$.

A partir du schéma bloc en grandeurs phases, et en prenant V_e comme origine des phases ($\varphi_e = 0$), déterminer les fonctions de transfert: $\varphi_s(p)/V_m(p)$ puis $\Delta f_s(p)/V_m(p)$ ($2\pi \Delta f_s = d\varphi_s/dt$).

Calculer la fréquence de coupure f_c de $\Delta f_s(p)/V_m(p)$. Déterminer le type de modulation suivant la valeur de f_m par rapport à f_c .

En supposant dans un premier temps $U_0 = V_{DD}/2$ puis $U'_0 = V_{DD}/2$, déterminer l'expression du signal modulé pour les deux types de modulation.

I-2 Caractéristiques des éléments de la PLL:

Calculer R_0 et C_0 du VCO pour avoir $f_0 = 50$ kHz ($R_2 \rightarrow \infty$).

Mesurer K_0 , la fonction de transfert du VCO (en Hz/v).

On choisit une fréquence de coupure du filtre de 500Hz ($R = 10$ k Ω , $C = 33$ nF). Calculer la fréquence de coupure f_c ($K_d = V_{DD}/\pi$).

I-3 Modulation:

Appliquer la tension modulante ($V_m = 0,5$ v).

Observer le signal modulé à l'aide de l'analyseur de spectre, ainsi que les tensions U_0 et U'_0 pour différentes valeurs de f_m . Commenter.

II Démodulation de fréquence:

II-1 Principe:

Le signal d'entrée est modulé en fréquence grâce à deux GBF.

Si les performances dynamiques de la boucle lui permettent de maintenir une erreur de fréquence nulle, la tension à l'entrée du VCO est l'image des variations de la fréquence du signal d'entrée.

La fréquence centrale de la PLL doit être égale à celle de la porteuse. Calculer R_0 et C_0 du VCO pour avoir $f_0=50$ kHz ($R_2 \infty$).

II-2 Étude de la démodulation:

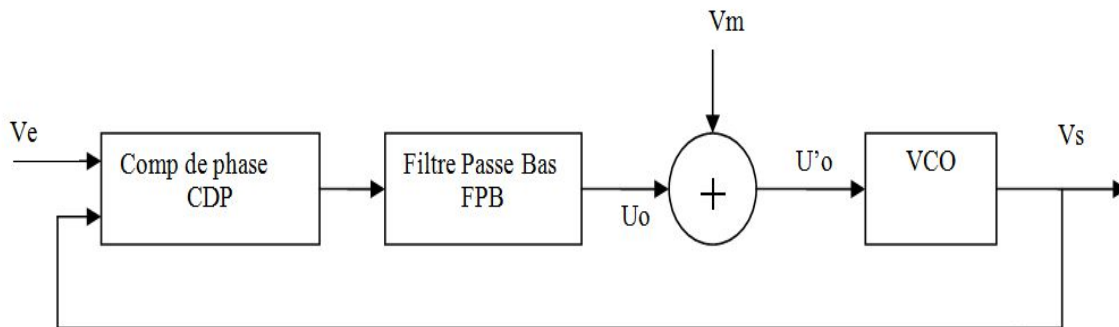
Calculer la fonction de transfert : $U(p)/\Delta f_e(p)$.

Déterminer les paramètres imposant le choix des éléments du filtre.

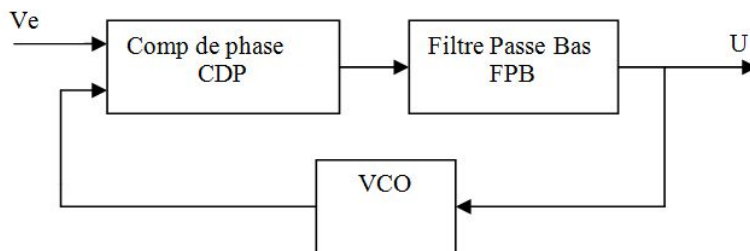
Visualiser la tension de sortie pour différents signaux modulateurs (sinus, triangle et carré), et pour différentes valeurs de la fréquence de coupure du filtre (100 Hz, 500 Hz, 1 kHz).

Observer les limites de variations de la fréquence et de l'amplitude du signal modulant. Expliquer.

Synoptique de la modulation de fréquence



Synoptique de la démodulation de fréquence



Présentation de la maquette

PLL 4046

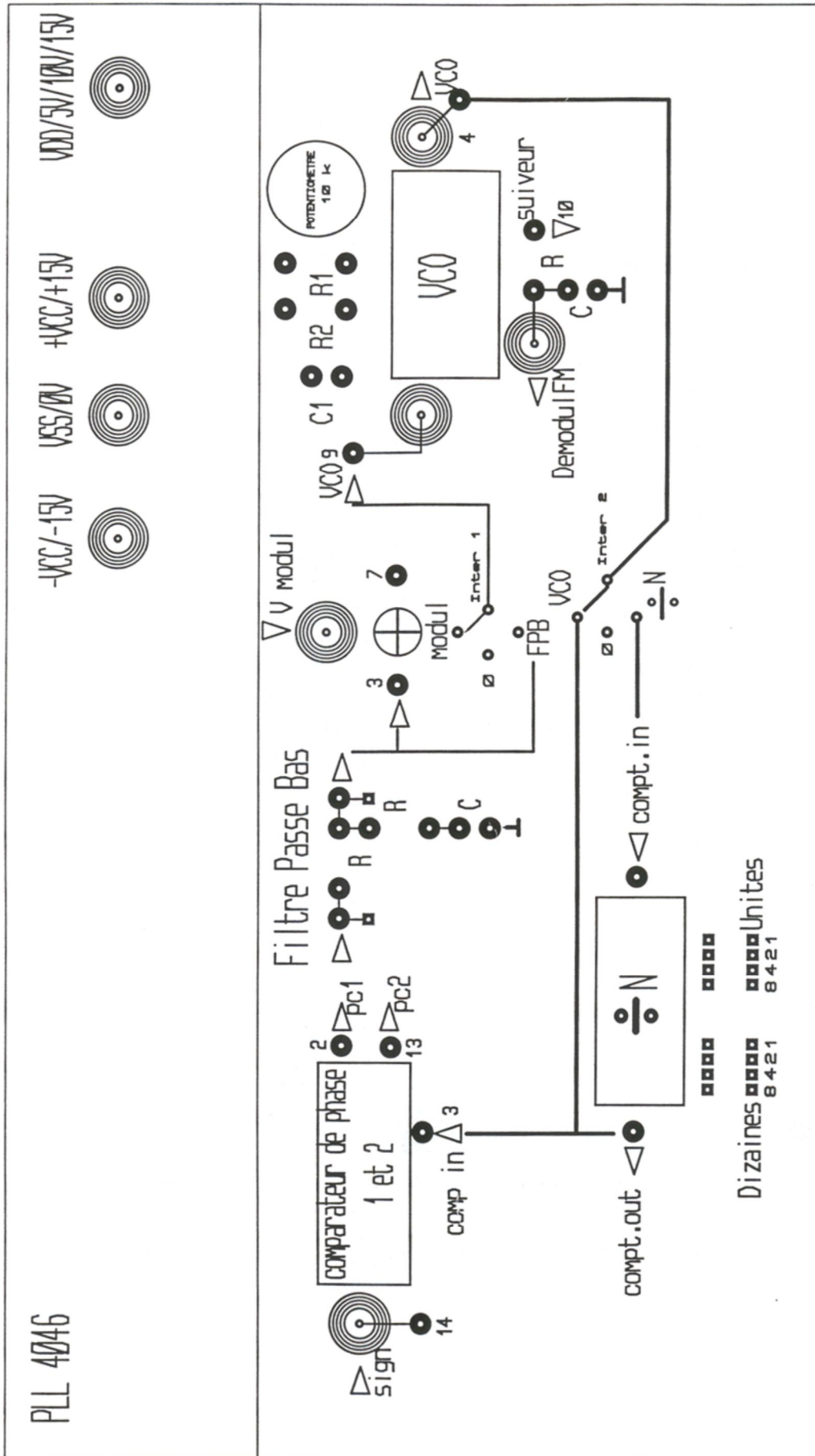
Cette maquette permet l'étude des fonctionnements statique et dynamique de la PLL intégrée 4046, et de réaliser les applications suivantes:

- modulation de fréquence et de phase.
- démodulation de fréquence.
- synthèse de fréquence.

Sont fournis avec la maquette:

- le schéma synoptique.
- le schéma de la face avant.
- le détail de chaque élément de la maquette.
- la documentation de la PLL 4046.

SCHEMA DE LA FACE AVANT



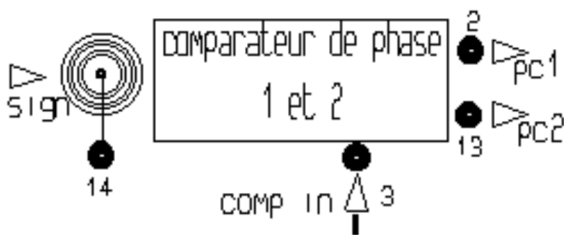
PRÉSENTATION DES ÉLÉMENTS DE LA MAQUETTE

1 alimentation:

La PLL peut être alimentée sous $V_{DD} = 5, 10$ ou $15V$.

L'alimentation des circuits auxiliaires (amplificateurs opérationnels ...) se fait avec $-V_{CC} = -15V$ et $+V_{CC} = +15V$. La masse V_{SS} est commune.

2 Comparateur de phase:



La PLL contient deux comparateurs de phase différents. Le choix entre ces deux comparateurs se fait en sortant avec un fil sur les sorties notées PC1 ou PC2. Les deux entrées du comparateur sont le signal d'entrée « sign » appliqué par l'utilisateur, et le retour de la boucle « comp in » relié intérieurement.

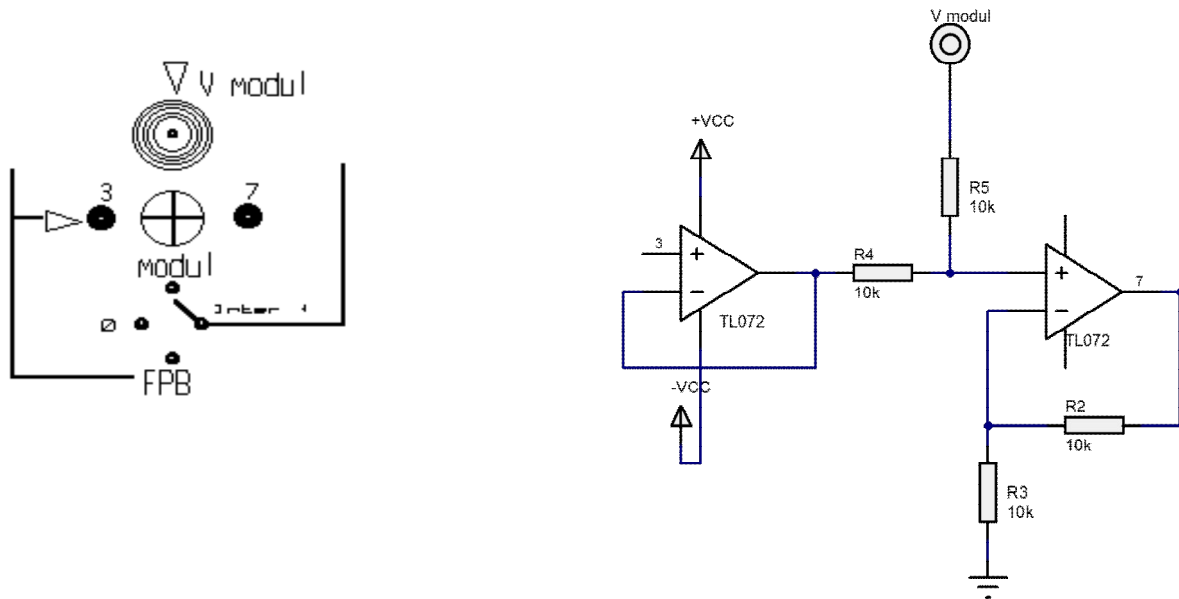
3 Filtre passe bas:



Il est possible de réaliser deux types de filtre passe bas en connectant des éléments extérieurs.

4 Sommateur:

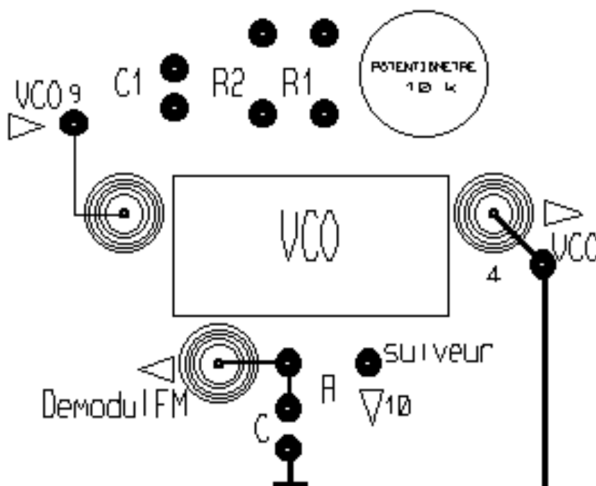
Schéma de câblage du sommateur :



L'interrupteur 1 possède trois positions:

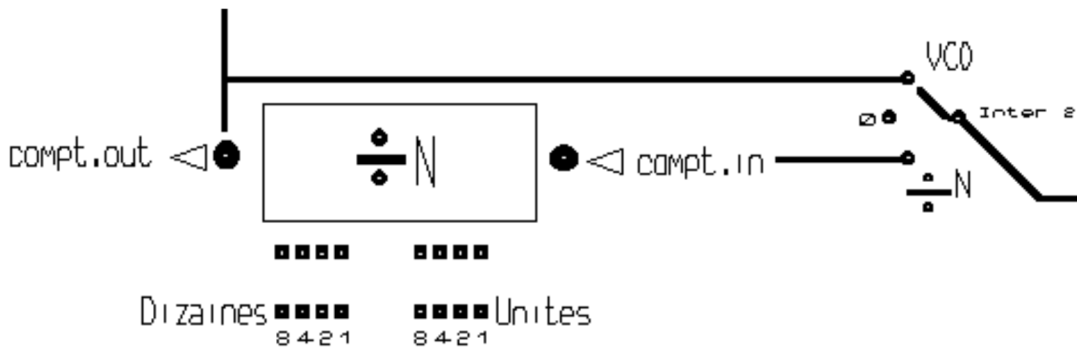
- haut (modul): envoie à l'entrée du VCO la somme d'un signal extérieur et de la sortie du filtre passe bas.
- milieu (∅): le VCO et le filtre passe bas sont déconnectés.
- bas (FPB): le VCO et le filtre passe bas sont directement reliés.

5 VCO:



La fréquence centrale du VCO est réglée par les éléments extérieurs C1, R1, et R2. Le potentiomètre est en série avec R1 pour un ajustement précis de la fréquence centrale. L'entrée du VCO est accessible directement sur la patte 9 ou par un suiveur sur la patte 10.

6 Compteur:



L'interrupteur 2 possède trois positions:

- haut (VCO): le VCO est directement relié au comparateur de phase.
- milieu (Æ): le VCO et le comparateur de phase ne sont pas connectés.
- bas (N): un compteur modulo N est inséré entre le VCO et le comparateur de phase. N peut prendre les valeurs 1 à 99 grâce aux deux roues codeuses.

Schéma de câblage du compteur:

