

Ampli Yves Cochet

Le déphaseur cathodyne (FP1 g)

(provisoire; à terminer)

1 Présentation

La fonction FP1g réalise la génération de 2 signaux électriques "Vg1-0" et Vg1-180" identiques, image du signal d'entrée "Input G" mais en opposition de phase. Une amplification en tension est également réalisée pour commander convenablement le push – pull de sortie (via la fonction FP2g).

La fonction amplification est réalisé à base de la triode ECC81 (U1-1).

La fonction déphasage est réalisé à base de la triode ECC81 (U1-2).

Le déphaseur FP1g, de type cathodyne, est composé de 2 fonctions secondaires (2 étages) FS1g-1 "amplification en tension" et FS1g-2 "montage cathodyne" qui génère 2 signaux en opposition de phase (sortie sur la cathode et l'anode de la triode ECC81 (U1 2/2). Les filaments du tube sont alimentés en dérivation sous une tension de 12,6V efficace sinusoïdale. La liaison entre les deux étages est directe (pas de condensateur).

La liaison entre les fonctions secondaires FS1g-1 et FS1g-2 est à couplage direct (un fil), ce qui a l'avantage d'être simple mais qui pose des contraintes d'inter - dépendance (d'un point de vue calcul et choix) des points de fonctionnement pour les deux triodes du montage (ECC81).

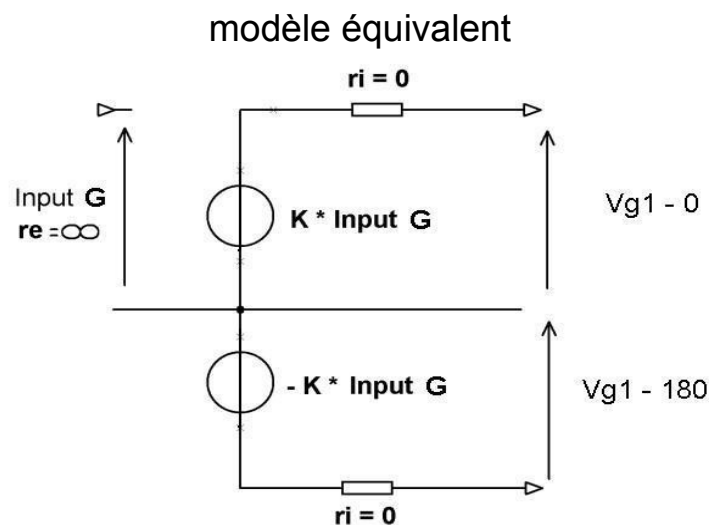
Pour information un couplage par condensateur est possible entre les deux fonctions secondaires (entre l'anode de U1-1/2 et la grille de U1-2/2). Dans ce cas les points de fonctionnement sont indépendants, le choix est à la discrétion du concepteur. Par contre, une constante de temps supplémentaire est ajoutée au montage.

Il est à noter également que l'ampli-préampli ALP2a utilise la triode ECC81 et que l'amplificateur AL2 (également d' Yves Cochet) utilise la triode ECC82 (coefficient d'amplification plus important pour le tube ECC81). Ce choix est justifié par le fait que l'amplificateur AL2 est commandée par un préamplificateur. L'ampli-préampli ALP2a est un dérivé de AL2 créé pour éviter l'utilisation d'un tel préampli. Les deux appareils se ressemblent donc fortement. Un document annexe sera fourni ultérieurement pour lister leurs

différences.

Les paramètres idéaux sont:

- Résistance d'entrée de "Input G" infinie
- Résistance des sortie V_{g1-0} et V_{g1-180} nulle (source de tension parfaite)
- Pas de défaut de linéarité (distorsion nulle)
- amplification désirée obtenue
- bande passante infinie



Les paramètres "atteignables" seront:

- Grande résistance d'entrée sur "Input G"
- résistances de sortie faibles et relativement identiques sur les sorties " V_{g1-0} " et " V_{g1-180} ".
- bande passante la plus grande possible
- défaut de linéarité la plus faible possible

FS1g-1: "amplification en tension".

La résistance entre l'anode de U1 (1/2) et la haute tension "+HT2" est réalisée par deux résistors R43 (68k) et R49 (100k). Un condensateur de filtrage C23 (68uF) est connectée entre le point commun de ces deux résistors et la masse. Ceci permet un filtrage de la tension d'alimentation plus efficace pour éviter d'entre un phénomène de "ronflette" en provenance de +HT2. La fonction FS1g-1 est celle qui est la plus sensible à une tension résiduelle parasite sur l'alimentation à cause d'un signal d'entrée très faible (inférieure au volt efficace) et d'une amplification en tension importante. Ce filtrage RC sera étudié en annexe de la fonction FA "alimentation".

- FS1g-2"déphaseur cathodyne

Le déphaseur de type cathodyne génère deux signaux, images du signal "Input G", identiques mais déphasées de π (180°) l'un par rapport à l'autre. Ces deux signaux permettront, via la fonction FP2d (amplification en tension, la commande de la fonction FP3d (amplification en puissance).

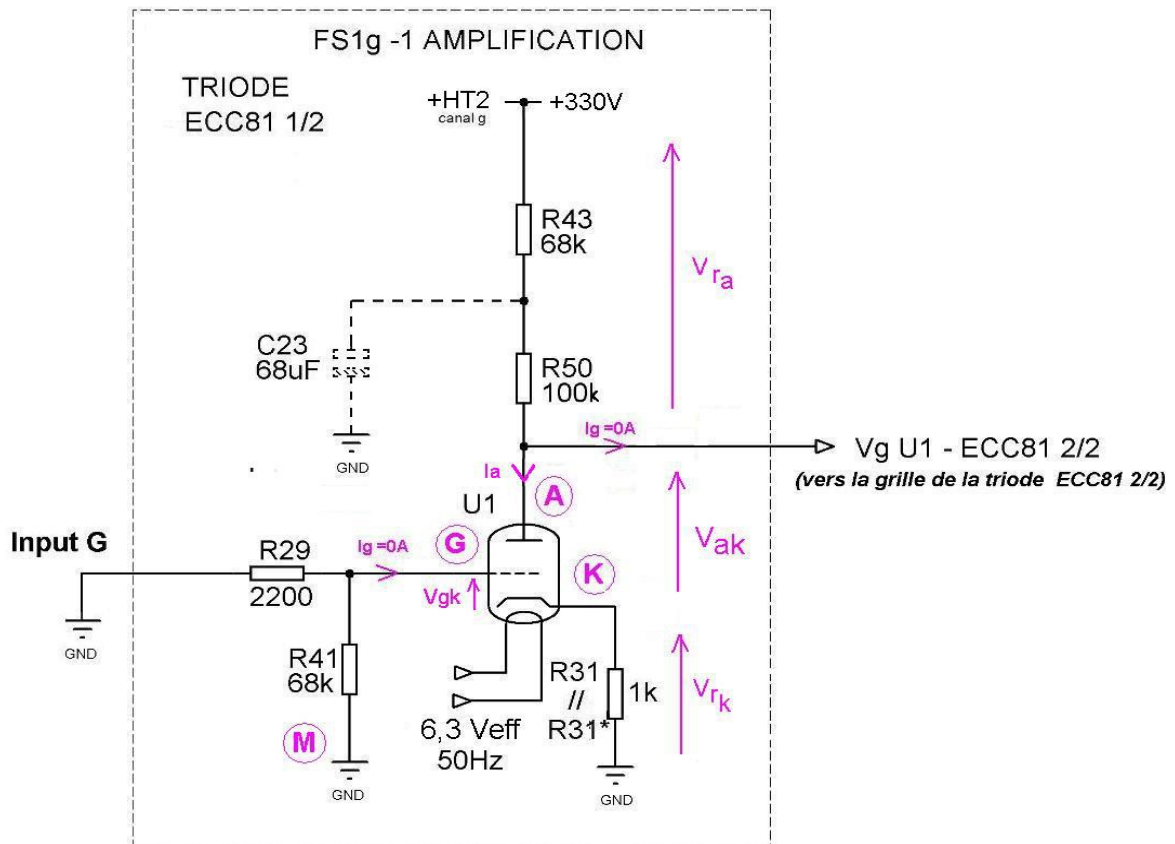
Les paramètres idéaux sont

- Résistance d'entrée de "Input G" infinie
- Résistance des sortie V_{g1-0} et V_{g1-180} nulle (source de tension parfaite)
- Pas de défaut de linéarité (distorsion nulle)
- amplification désirée obtenue
- bande passante infinie

Les paramètres "atteignables" seront

- Grande résistance d'entrée sur "Input G"
- résistances de sortie faibles et relativement identiques sur les sorties " V_{g1-0} " et " V_{g1-180} ".
- bande passante la plus grande possible
- défaut de linéarité la plus faible possible

2 Etude de la fonction de FS1g-1 (amplification)



L'étude sur la structure FS1g - 1 se décompose de la façon suivante:

- Une étude statique: calculs du point de fonctionnement.
- Une étude dynamique avec utilisation du modèle équivalent du tube ECC81
- Une étude graphique avec utilisation de la documentation constructeur de la lampe.
- Une simulation avec le logiciel ISIS.
- Mesures sur l'ampli – préampli ALP2a d'Yves Cochet.
- Mes conclusions

(1)

Caractéristiques de la valve ECC81:

(Philips 1969)

- W_A maxi 2,5W

- $\mu = 60$ ($I_A = 10$ mA)

- V_{GK} maxi 50V

- $S = 5,5$ mA/V

- V_{AK} maxi

Etude statique (calcul du point de fonctionnement)
tension d'entrée nulle ($V_{GK} = 0V$)

le condensateur C23 est ignoré (étude en régime établi)

$$I_G = 0A \rightarrow I_A = I_K$$

la résistance de charge est supposée ∞ ($I_{G2/2} = 0A$)

la loi des mailles \Rightarrow

$$\left\{ \begin{array}{l} +HT2 - V_{RA} - V_{AK} - V_{RK} = 0V \text{ (maille 1)} \quad (1) \\ -V_{GK} - V_{KM} = 0V \text{ (maille 2)} \rightarrow V_{GK} + V_{KM} = 0V \quad (2) \end{array} \right.$$

$$(2) \rightarrow V_{GK} = -V_{KM} = -(R_{31} \parallel R_{31}^*) I_A \text{ car } I_K = I_A$$

$$\text{je pose } R_{eq} = R_{31} \parallel R_{31}^* \Rightarrow V_{GK} = -R_{eq} I_A \quad (4)$$

$$V_{AK} = -\mu V_{GK} \quad (3)$$

$$\begin{array}{l} (1) \\ (3) \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \rightarrow +HT2 = (R_{43} + R_{50}) I_A - \mu V_{GK} + R_{eq} I_A \\ \rightarrow +HT2 = (R_{43} + R_{50}) I_A - \mu (-R_{eq} I_A) \end{array} \right.$$

$$(4) \rightarrow +HT2 = (R_{43} + R_{50}) I_A - \mu (-R_{eq} I_A)$$

$$\rightarrow +HT2 = (R_{43} + R_{50}) I_A + \mu R_{eq} I_A$$

$$\rightarrow +HT2 = I_A [(R_{43} + R_{50}) + \mu R_{eq}]$$

$$\Rightarrow I_A = \frac{+HT2}{(R_{43} + R_{50}) + \mu R_{eq}}$$

$$\text{avec } R_{eq} = \frac{R_{31} \cdot R_{31}^*}{R_{31} + R_{31}^*}$$

(2)

$$V_{AK} = -\mu V_{GK} \quad (3)$$

$$\text{or } V_{GK} = -R_{eq} I_A \quad (4)$$

$$\Rightarrow V_{GK} = -R_{eq} \times \frac{+HT2}{(R_{43} + R_{50}) + \mu R_{eq}}$$

$$V_{GK} = -HT2 \times \frac{R_{eq}}{(R_{43} + R_{50}) + \mu R_{eq}} \quad (5)$$

$$\left. \begin{matrix} (3) \\ (5) \end{matrix} \right\} \Rightarrow \boxed{V_{AK} = +HT2 \times \frac{\mu R_{eq}}{(R_{43} + R_{50}) + \mu R_{eq}}}$$

V.N. (valeurs numériques)

$$+HT2 = +330V$$

$$\mu = 60$$

$$R_{43} = 68k\Omega ; R_{50} = 100k\Omega$$

$$R_{31} = R_{31}^* = 2k\Omega \quad 1/2W \Rightarrow R_{eq} = 1k\Omega$$

$$R_{29} = 2200\Omega ; R_{41} = 68k\Omega$$

$$I_A = \frac{330}{68 \cdot 10^3 + 100 \cdot 10^3 + 60 \times 1 \cdot 10^3}$$

$$\boxed{I_A = 1,447 \text{ mA}}$$

$$V_{GK} = -R_{eq} I_A = -1 \cdot 10^3 \times 1,447 \cdot 10^{-3}$$

$$\boxed{V_{GK} = -1,447V}$$

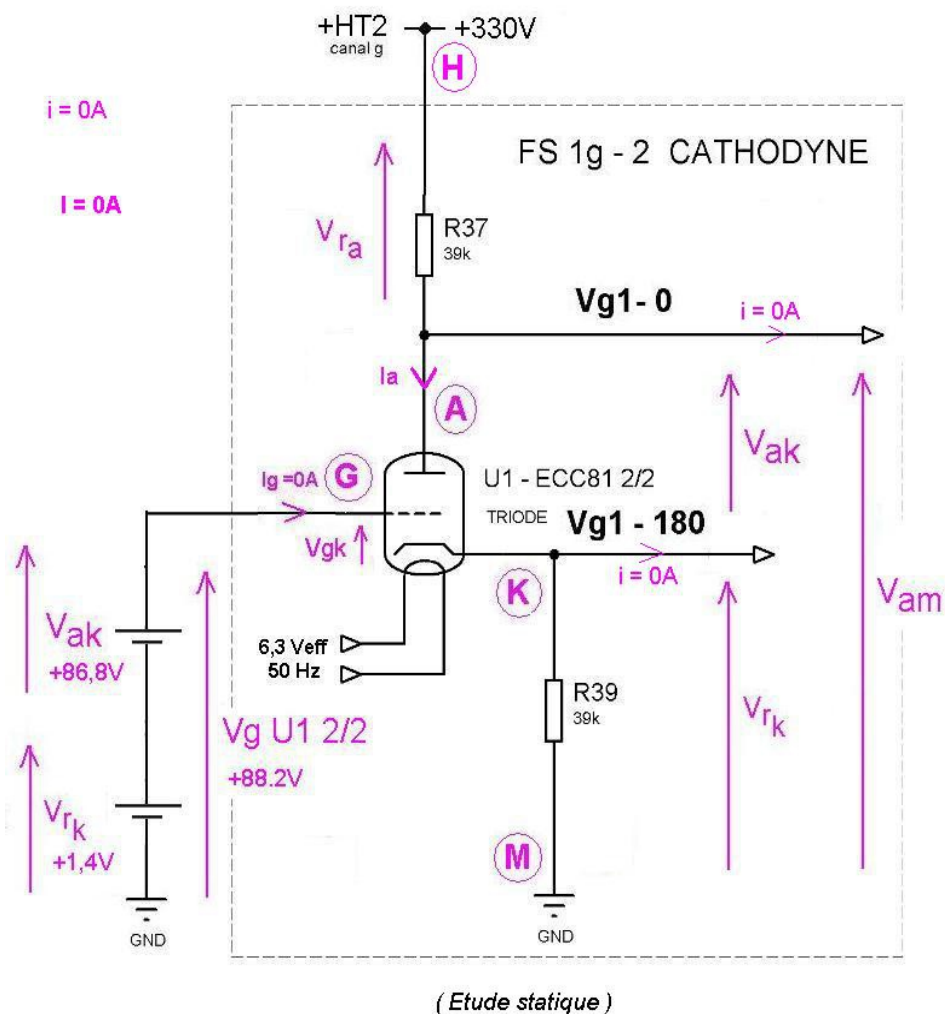
$$V_{AK} = 330 \times \frac{60 \times 1 \cdot 10^3}{(68 \cdot 10^3 + 100 \cdot 10^3) + 60 \cdot 1 \cdot 10^3} = +86,842V$$

$$\boxed{V_{AK} = +86,8V}$$

Le point de fonctionnement est donc

$$\boxed{\begin{cases} V_{AK} = +86,8V \\ I_A = +1,45 \text{ mA} \end{cases}}$$

3 Etude de FS1g-2 (déphaseur cathodyne)



L'étude sur la structure FS1g - 2 se décompose de la façon suivante:

- Une étude statique: calculs du point de fonctionnement.
- Une étude dynamique avec utilisation du modèle équivalent du tube ECC81
- Une étude graphique avec utilisation de la documentation constructeur de la lampe.
- Une simulation avec le logiciel ISIS.
- Mesures sur l'ampli – préampli ALP2a d'Yves Cochet.
- Mes conclusions

(3)

ECC81 2/2 (FS 1.2g)

Etude statique (calcul du point de fonctionnement)

Tension d'entrée continue (pas de signal utile)

La tension tension V_{GM} ($V_{G1}, V_1, 2/2$) vaut :

$$V_{GM} = V_{AK} + V_{RK}$$

$$V_{GM} = 86,8 + 1,4 = 88,2V$$

$$V_{GM} = +88,2V$$

↳ (voir calculs FS 1.1g)

loi des mailles :

maille GKM

$$-V_{GK} - V_{KM} + V_{GM} = 0V$$

$$\Rightarrow \boxed{V_{GM} = V_{GK} + V_{KM}} \rightarrow V_{GK} + V_{KM} = +88,2V \quad (1)$$

maille MKAHM

$$V_{RK} + V_{AK} + V_{RA} - U_{HM} = 0V \rightarrow \boxed{U_{HM} = V_{RK} + U_{AK} + U_{RA}} \quad (2)$$

$$\Rightarrow U_{RK} + U_{AK} + U_{RA} = +330V$$

$$\boxed{V_{AK} = -\mu V_{GK}} \quad (3) \quad (\text{loi fondamentale de la triode})$$

$$(2) \Rightarrow +HT2 = R_{39} \cdot I_A + U_{AK} + R_{37} I_A$$

(appel $I_A = I_K$ en I_{G20A} ; loi des mailles)

$$+HT2 = (R_{39} + R_{37}) I_A + U_{AK} \quad (4)$$

$$\left. \begin{array}{l} (3) \\ (4) \end{array} \right\} \rightarrow +HT2 = (R_{37} + R_{39}) I_A - \mu V_{GK} \quad (5)$$

$$\text{DL (1)} \Rightarrow V_{GK} = +V_{GM} - V_{KM} \Rightarrow \boxed{U_{GK} = V_{GM} - R_{39} \cdot I_A} \quad (6)$$

$$(5) \rightarrow +HT2 = (R_{37} + R_{39}) I_A - \mu (V_{GM} - R_{39} I_A)$$

$$(6) \Rightarrow +HT2 = (R_{37} + R_{39}) I_A - \mu V_{GM} + \mu R_{39} I_A$$

$$+HT2 = (R_{37} + R_{39} + \mu R_{39}) \cdot I_A - \mu U_{GM} \quad (4)$$

$$\Rightarrow +HT2 + \mu U_{GM} = (R_{37} + R_{39} + \mu R_{39}) I_A$$

$$\Rightarrow I_A = \frac{+HT2 + \mu U_{GM}}{R_{37} + R_{39} + \mu R_{39}}$$

$$I_A = \frac{+HT2 + \mu U_{GM}}{R_{37} + R_{39}(1 + \mu)}$$

V. 11: (valeurs numériques)

$$+HT2 = +330V ; U_{GM} = +88,2V$$

$$\mu = +60 \text{ (pour } I_A = 10\mu A)$$

$$R_{37} = 39k\Omega$$

$$R_{39} = 39k\Omega$$

$$I_A = \frac{330 + 60 \cdot 88,2}{39 \cdot 10^3 + 39 \cdot 10^3(1 + 60)} = \frac{330 + 5292}{39 \cdot 10^3[1 + (1 + 60)]}$$

$$\Rightarrow I_A = \frac{+5622}{2418} = +2,325mA$$

$$I_A = +2,325mA$$

$$U_{KM} = R_{39} \cdot I_A = 39 \cdot 10^3 \cdot 2,325 \cdot 10^{-3} = +90,675V$$

$$U_{RK} = R_{37} I_A = U_{KM} = +90,675V$$

$$\text{donc } U_{AK} = +HT2 - U_{KM} - U_{HA} = 330 - (2 \times 90,675)$$

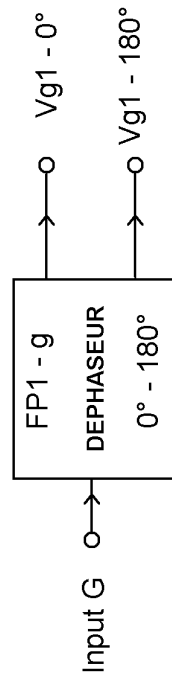
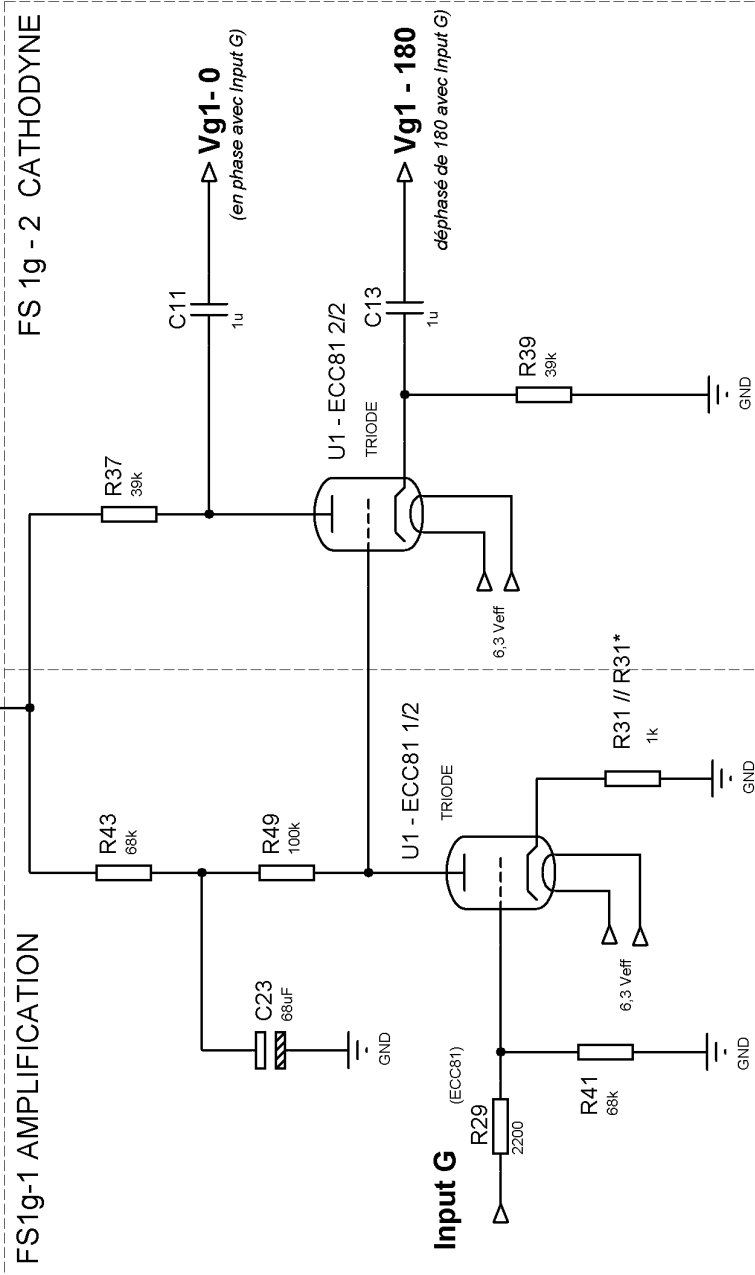
$$\rightarrow U_{AK} = 148,65V$$

$$\text{point de fonctionnement : } \begin{cases} I_A = +2,325mA \\ U_{AK} = 158,868V \end{cases}$$

$$V_{GK} = V_{GM} - V_{KM} = +88,2 - 90,675 \Rightarrow V_{GK} = -2,475V$$

FP1g -DEPHASEUR

+HT2 canal g
VALUE=330



FILE NAME: Ampli Yves Cochet Etude de FP1g - FS1.1 & FS1.2
DESIGN TITLE: Ampli Yves COCHET ALP2a
PATH: DEPHASEUR
BY: Didier VILLERS
REV: 1e
DATE: 05/11/2012
PAGE: 1 of 1
TIME: 14:06:51

FP1g - DEPHASEUR

Point de fonctionnement ECC81 1/2 préampli FS1.1g

(Input G = 0V)

Uak = +114V

Ugk = -1,28V

Ia = +1,28 mA (broche 6)

AMP=1
FREQ=1k
OFFSET=0
PHASE=0
THETA=0

ANALOGUE ANALYSIS

Point de fonctionnement ECC81 2/2 déphaseur FS1.2g

(Input G = 0V)

Uak = +98,4V

Ugk = -0,64V

Ia = +2,97 mA (broche 1)

Amplification en tension

G4a/P5g = - 32.6

G4b/P5g = + 32.6

FILE NAME: Ampli Yves Cochet Etude de FP1 g DSN

DESIGN TITLE: Ampli Yves COCHET ALP2a

PATH: DEPHASEUR

BY: Didier VILLERS

REV: 1e

DATE:

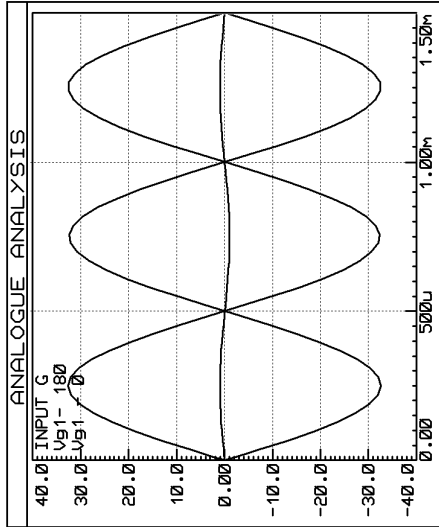
02/11/2012

PAGE:

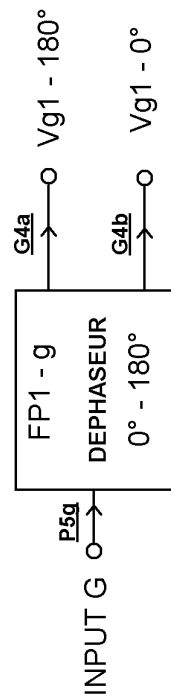
1 of 1

TIME: 14:05:09

la = +1,28 mA (broche 6)



la = +2,97 mA (broche 1)

$$\text{G4b/P5g} = +32.6$$
Etude de FP1g: déphaseur cathodyne 11 / 11 09/11/12 Edition b - Didier VILLERS