

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 22.07.04.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 27.01.06 Bulletin 06/04.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE Etablissement public à caractère scientifique technique et industriel — FR.

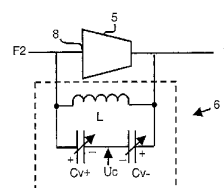
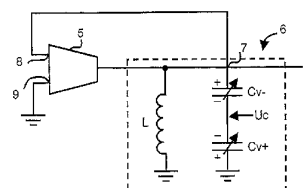
72 Inventeur(s) : GEYNET LIONEL et DE FOUCAULD EMERIC.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET HECKE.

54 OSCILLATEUR CONTROLE EN TENSION A CAPACITE LINEAIRE.

57 L'oscillateur contrôlé en tension comporte un amplificateur et un réseau oscillant (6) comportant une inductance (L) et des premier (Cv+) et second (Cv-) condensateurs variables connectés en série, ayant chacun une capacité variant en fonction de la tension qui lui est appliquée. La capacité de l'un des condensateurs variables (Cv+) varie dans le même sens que la tension qui lui est appliquée et la capacité de l'autre condensateur variable (Cv-) varie en sens inverse par rapport à la tension qui lui est appliquée. Un condensateur ayant une capacité fixe peut être connecté en série ou en parallèle avec les premier (Cv+) et second (Cv-) condensateurs variables. Les premier et second condensateurs variables sont, de préférence, constitués par des transistors, respectivement de type PMOS et NMOS. Une série supplémentaire de premier et second condensateurs variables supplémentaires peut être connectée en parallèle avec les premier et second condensateurs variables.



Oscillateur contrôlé en tension à capacité linéaire

Domaine technique de l'invention

5

L'invention concerne un oscillateur contrôlé en tension comportant un amplificateur et un réseau oscillant comportant une inductance et au moins des premier et second condensateurs variables ayant chacun une capacité variant en fonction de la tension qui lui est appliquée.

10

État de la technique

15

Un oscillateur contrôlé en tension (« Voltage Controlled Oscillator : VCO ») fournit des signaux oscillants dont la fréquence varie en fonction d'une tension de contrôle U_c . Le gain de l'oscillateur contrôlé en tension est défini par le rapport $K = F/U_c$ entre la fréquence F de ses signaux de sortie et la tension de contrôle U_c appliquée sur son entrée. Le gain varie généralement en fonction de la tension de contrôle U_c appliquée.

20

25

Les oscillateurs contrôlés en tension sont souvent utilisés dans des boucles à verrouillage de phase, comme représenté à la figure 1. Une telle boucle comporte classiquement un oscillateur 1 contrôlé en tension, dont l'entrée est connectée, par l'intermédiaire d'un filtre 2, à la sortie d'un comparateur de phase 3 et dont la sortie, qui constitue la sortie de la boucle, est connectée à une première entrée du comparateur de phase 3, éventuellement par l'intermédiaire d'un diviseur de fréquence 4. Des signaux d'horloge, ayant une fréquence de référence F_{ref} prédéterminée et par exemple fournis par un oscillateur à quartz, sont appliqués sur une seconde entrée du comparateur de phase 3.

La tension de contrôle U_c de l'oscillateur est ainsi fonction de la différence entre la fréquence F_s des signaux de sortie de l'oscillateur 1, éventuellement affectée d'un coefficient de division, et de la fréquence de référence F_{ref} . Quand la

5 boucle est verrouillée, la fréquence F_s de sortie est ainsi égale à la fréquence de référence F_{ref} ou à un multiple de celle-ci.

Une telle boucle à verrouillage de phase est utilisée dans de nombreux circuits nécessitant une synthèse de fréquence, en particulier dans le domaine des

10 radio-fréquences, pour la réception de signaux modulés. Plusieurs standards de transmission, par exemple des standards de type GSM, GPS ou DCS, des standards utilisant la technologie Bluetooth ou un réseau local sans fil (WLAN), sont souvent utilisés dans un même récepteur, notamment dans les téléphones portables. Il est alors souhaitable de pouvoir passer rapidement d'un standard à

15 une autre, par exemple d'un standard de type GSM à un standard de type Bluetooth.

Le passage d'un standard à l'autre, c'est-à-dire d'une bande de fréquence à l'autre, peut provoquer le décrochage de la boucle à verrouillage de phase,

20 c'est-à-dire l'oscillateur contrôlé en tension ne fournit plus aucun signal. Afin d'éviter le décrochage de la boucle, on cherche à construire des oscillateurs 1 dont les variations de la fréquence F avec la tension de contrôle U_c sont linéaires et monotones, c'est-à-dire dont le gain $K = F/U_c$ est une constante.

25 Un oscillateur contrôlé en tension comporte typiquement un amplificateur et un réseau oscillant de type LC. Le réseau oscillant est très important, car de sa conception dépendent les performances du circuit, par exemple le bruit de phase, le coefficient de qualité, la fréquence d'oscillation, etc... De manière générale, la fréquence F de sortie de l'oscillateur contrôlé en tension est

fonction de la valeur d'une l'inductance L du réseau oscillant et de la capacité totale Ct du réseau oscillant :

$$F = 1/(2\pi\sqrt{L \times Ct(U_c)}).$$

5 Dans la plupart des cas, la capacité totale Ct et la fréquence d'oscillation F varient de manière non-linéaire avec la tension de contrôle.

Actuellement, deux techniques principales sont utilisées pour la conception d'oscillateurs contrôlés en tension ayant une caractéristique capacité/tension linéaire.

10

Une première technique consiste à utiliser un condensateur variable dans une gamme restreinte de la tension de contrôle Uc, dans laquelle la capacité varie linéairement. Cependant, ceci nécessite de réduire la plage de variation de la tension de contrôle. Cette technique permet d'obtenir une caractéristique capacité/tension linéaire mais le gain de l'oscillateur est, dans ce cas, très grand et, ainsi, le bruit de phase est important. De plus, la plage de tension étant réduite, l'asservissement d'une boucle à verrouillage de phase est plus difficile à réaliser et une stabilité de la boucle est difficile à atteindre.

15

20 Une deuxième technique consiste à polariser différemment des condensateurs variables connectés en parallèle. Cette technique permet d'obtenir une caractéristique capacité/tension linéaire. Cependant, cette technique est difficile à réaliser.

25 Le brevet US6396356, par exemple, décrit un oscillateur 1 contrôlé en tension comportant plusieurs condensateurs variables dont les parties linéaires des caractéristiques capacité/tension sont utilisées successivement. Comme illustré à la figure 2, cet oscillateur 1 comporte un amplificateur 5 et un réseau oscillant

6, de type LC, comportant une inductance L dont une première borne est connectée à la sortie de l'amplificateur 5 et une seconde borne est connectée à la masse. La première borne de l'inductance L est également connectée à une borne 7 de rétroaction reliée à une première entrée 8 de l'amplificateur 5. Une
5 seconde entrée 9 de l'amplificateur est connectée à la masse. La borne 7 de rétroaction est reliée à la masse par l'intermédiaire d'un premier condensateur variable Cv1 et d'un premier condensateur à capacité fixe C1 connectés en série et par l'intermédiaire d'un second condensateur variable Cv2 et d'un second condensateur à capacité fixe C2 connectés en série. Cependant, lors
10 d'une commutation d'un condensateur variable à l'autre, la tension de contrôle varie de manière discontinue, ce qui peut provoquer le décrochage d'une boucle à verrouillage de phase comportant cet oscillateur. Par ailleurs, cet oscillateur présente un écart entre les valeurs minimale et maximale de la capacité totale important et, ainsi, un bruit de phase important.

15

Objet de l'invention

L'invention a pour but de surmonter ces inconvénients et, plus particulièrement,
20 de réaliser un oscillateur contrôlé en tension ayant une caractéristique capacité/tension linéaire et monotone, permettant d'obtenir un gain continue et monotone et dont le bruit de phase est réduit.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que les premier et second
25 condensateurs variables sont connectés en série, la capacité de l'un des condensateurs variables variant dans le même sens que la tension qui lui est appliquée et la capacité de l'autre condensateur variable variant en sens inverse par rapport à la tension qui lui est appliquée.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, au moins un condensateur ayant une capacité fixe est connecté en série ou en parallèle avec les premier et second condensateurs variables.

- 5 Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention, les premier et second condensateurs variables sont constitués par des transistors, respectivement de type PMOS et NMOS.

- 10 Selon un développement de l'invention, au moins une série supplémentaire de premier et second condensateurs variables supplémentaires est connectée en parallèle avec les premier et second condensateurs variables.

- 15 Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, au moins un condensateur supplémentaire ayant une capacité fixe est connecté en série ou en parallèle avec les premier et second condensateurs variables supplémentaires.

Description sommaire des dessins

20

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

25

La figure 1 illustre schématiquement une boucle à verrouillage de phase de type classique.

La figure 2 illustre un oscillateur contrôlé en tension selon l'art antérieur.

Les figures 3 et 4 représentent deux modes particuliers de réalisation d'un oscillateur selon l'invention.

La figure 5 illustre les variations de la capacité totale d'un oscillateur selon la figure 3 en fonction de sa tension de contrôle U_c ainsi que les variations de la capacité de chacun des condensateurs variables en fonction de la tension U qui lui est appliquée.

Les figures 6 et 7 représentent deux modes particuliers de réalisation d'un oscillateur selon l'invention.

10

Description de modes particuliers de réalisation

L'oscillateur 1 contrôlé en tension représenté à la figure 3 est un oscillateur à sortie unique qui comporte un amplificateur 5 et un réseau oscillant 6 connectés selon la figure 2. Le réseau oscillant 6 comporte un premier condensateur variable C_{v+} et un second condensateur variable C_{v-} connectés en série. Dans le mode de réalisation particulier représenté, l'inductance L est connectée en parallèle avec les premier (C_{v+}) et second (C_{v-}) condensateurs variables. La capacité du premier condensateur variable C_{v+} varie dans le même sens que la tension qui lui est appliquée, tandis que la capacité du second condensateur variable C_{v-} varie en sens inverse par rapport à la tension qui lui est appliquée, c'est-à-dire la capacité diminue lorsque la tension aux bornes du second condensateur variable C_{v-} augmente.

L'oscillateur 1 contrôlé en tension représenté à la figure 4 est un oscillateur à sortie différentielle et comporte, comme précédemment, un premier condensateur variable C_{v+} et un second condensateur variable C_{v-} connectés en série avec l'inductance L et l'amplificateur 5 recevant, à son entrée 8, un signal ayant une fréquence F_2 .

Les condensateurs variables C_{v+} et C_{v-} peuvent être constitués par tout moyen approprié et, plus particulièrement, par des varactors, de type diode ou de type transistor, ou par des capacités à base de MEMs. Les premier (C_{v+}) et second (C_{v-}) condensateurs variables sont, de préférence, constitués par des transistors, respectivement de type PMOS et NMOS.

La figure 5 illustre un exemple des variations non-linéaires de la capacité de chacun des condensateurs variables C_{v+} et C_{v-} , constitués respectivement par des transistors PMOS et NMOS, en fonction d'une tension U (abscisse en haut de la figure 5), respectivement appliquée indépendamment à chaque condensateur variable. Tandis que la capacité $C(\text{PMOS})$ du condensateur PMOS augmente lorsque la tension U appliquée à ses bornes augmente, la capacité $C(\text{NMOS})$ du condensateur NMOS diminue lorsque la tension U appliquée à ses bornes augmente.

La figure 5 illustre également, en fonction de la tension de contrôle U_c (abscisse en bas de la figure 5), les variations de la capacité totale C_t , c'est-à-dire la caractéristique capacité/tension, du réseau oscillant 6 représenté à la figure 3. La mise en série des premier (C_{v+}) et second (C_{v-}) condensateurs variables permet d'obtenir des variations sensiblement linéaires de la capacité totale C_t du réseau oscillant 6, en fonction de la tension de contrôle U_c . De plus, la pente de la courbe représentant la capacité totale C_t est inférieure, en valeur absolue, aux pentes moyennes M_p et M_n des courbes représentant respectivement les capacités $C(\text{PMOS})$ et $C(\text{NMOS})$ des condensateurs PMOS et NMOS. Ainsi, l'écart entre les valeurs minimale C_{tmin} et maximale C_{tmax} de la capacité totale C_t est plus faible que l'écart des valeurs extrêmes de chacune des capacités $C(\text{PMOS})$ et $C(\text{NMOS})$, ce qui permet d'obtenir un gain K plus faible et, ainsi, le bruit de phase est réduit.

- La série des condensateurs variables C_{v+} et C_{v-} présente alors une caractéristique capacité/tension commune linéaire et monotone sans discontinuité. De plus, cette série ne nécessite pas de changer les polarisations des condensateurs ou de commuter d'un condensateur à l'autre. La caractéristique capacité/tension commune a une pente constante sur une plage de la tension de contrôle U_c , par exemple comprise entre 0V et 1,2V, qui est supérieure à la plage de la tension de contrôle de l'art antérieur.
- 5
- 10 Dans le mode de réalisation particulier représenté à la figure 6, un condensateur C_1 ayant une capacité fixe est connecté en série avec les premier et second condensateurs variables C_{v+} et C_{v-} , notamment entre la borne 7, d'une part, et l'ensemble formé par les condensateurs variables C_{v+} et C_{v-} , d'autre part. Sur la figure 6, une première borne 10 de l'inductance L est connectée à la masse et
- 15 une seconde borne 11 de l'inductance est connectée à la sortie de l'amplificateur 5. Le condensateur C_1 ayant une capacité fixe peut aussi être placé en parallèle avec les condensateurs variables selon que l'on veut diminuer ou augmenter la capacité globale.
- 20 Dans le mode de réalisation particulier représenté à la figure 7, une série supplémentaire 12 est connectée entre la masse et la borne 7, en parallèle avec la série constituée par les premier (C_{v+}) et second (C_{v-}) condensateurs variables. La série supplémentaire 12 comporte au moins un premier condensateur variable supplémentaire C_{sv+} et un second condensateur
- 25 variable supplémentaire C_{sv-} , et éventuellement un condensateur supplémentaire C_{s1} à capacité fixe. La capacité du premier condensateur variable supplémentaire C_{sv+} varie dans le même sens que la tension qui lui est appliquée et la capacité du second condensateur variable supplémentaire C_{sv-} varie en sens inverse par rapport à la tension qui lui est appliquée. Comme

précédemment, le condensateur supplémentaire Cs1 à capacité fixe peut aussi être connecté en parallèle.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation particuliers représentés.

- 5 En particulier, un ou plusieurs condensateurs à capacité fixe (C1, C2, Cs1, etc...) peuvent être connectés entre le premier condensateur variable Cv+, d'une part, et le second condensateur variable Cv-, d'autre part, ou alors entre la masse, d'une part, et l'ensemble des condensateurs variables Cv+ et Cv-, d'autre part. Par ailleurs, une alternance de premiers (Cv+) et seconds (Cv-)
- 10 condensateurs peut être connectée en série, par exemple entre la masse et la borne 7, éventuellement en combinaison avec des condensateurs à capacité fixe.

Dans un mode de réalisation non-représenté, plusieurs séries supplémentaires

15 12 sont connectées entre la borne 7 et la masse, chaque série comportant au moins des premier (Csv+) et second (Csv-) condensateurs variables supplémentaires et, éventuellement, des capacités fixes ou variables supplémentaires.

Revendications

1. Oscillateur (1) contrôlé en tension comportant un amplificateur (5) et un
5 réseau oscillant (6) comportant une inductance (L) et au moins des premier et
second condensateurs variables (C_v) ayant chacun une capacité variant en
fonction de la tension qui lui est appliquée, oscillateur caractérisé en ce que les
premier et second condensateurs variables sont connectés en série, la capacité
de l'un des condensateurs variables (C_{v+}) variant dans le même sens que la
10 tension qui lui est appliquée et la capacité de l'autre condensateur variable (C_{v-})
variant en sens inverse par rapport à la tension qui lui est appliquée.
2. Oscillateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premier et
second condensateurs variables (C_{v+} , C_{v-}) sont constitués par des transistors,
15 respectivement de type PMOS et NMOS.
3. Oscillateur selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'au
moins un condensateur (C_1) ayant une capacité fixe est connecté en série ou
en parallèle avec les premier et second condensateurs variables (C_{v+} , C_{v-}).
20
4. Oscillateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en
ce qu'au moins une série supplémentaire (12) de premier et second
condensateurs variables supplémentaires (C_{sv+} , C_{sv-}) est connectée en
parallèle avec les premier et second condensateurs variables (C_{v+} , C_{v-}).
25
5. Oscillateur selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'au moins un
condensateur supplémentaire (C_{s1}) ayant une capacité fixe est connecté en
série ou en parallèle avec les premier et second condensateurs variables
supplémentaires (C_{sv+} , C_{sv-}).

1/4

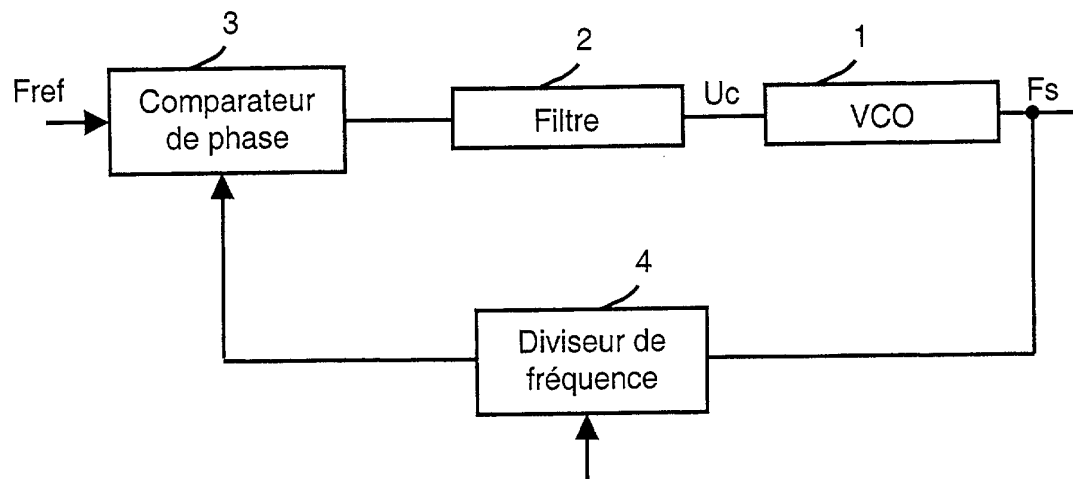


Figure 1 (Art antérieur)

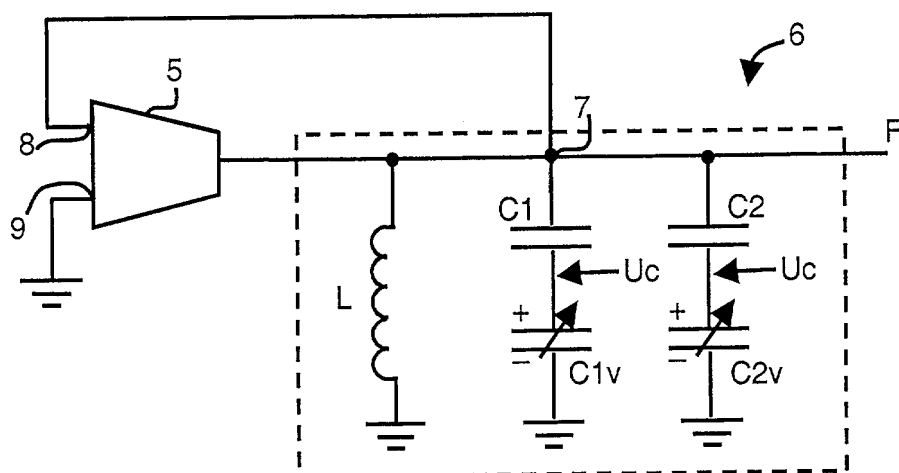


Figure 2 (Art antérieur)

2/4

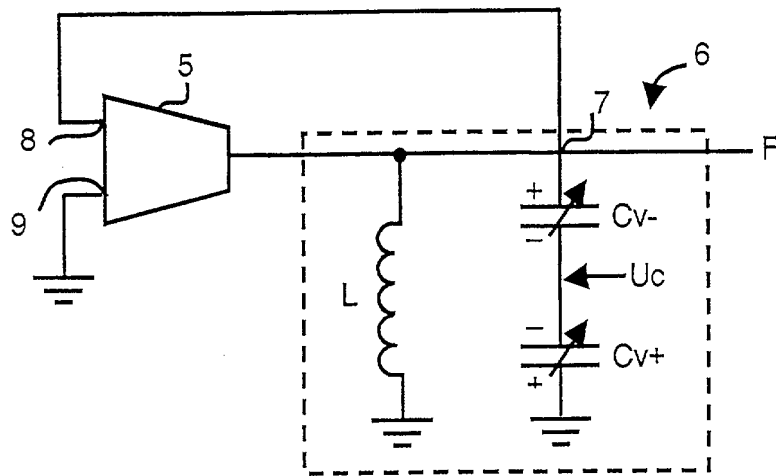


Figure 3

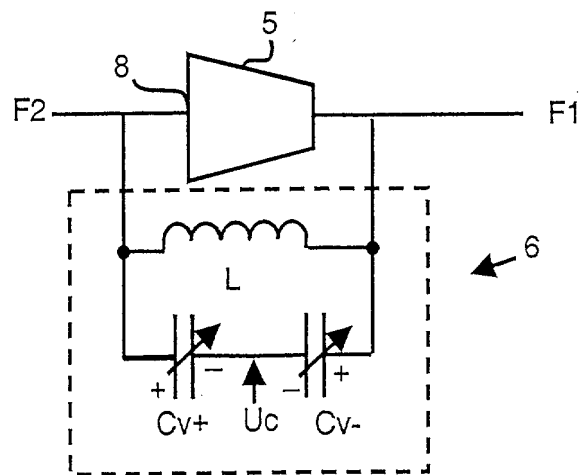


Figure 4

3/4

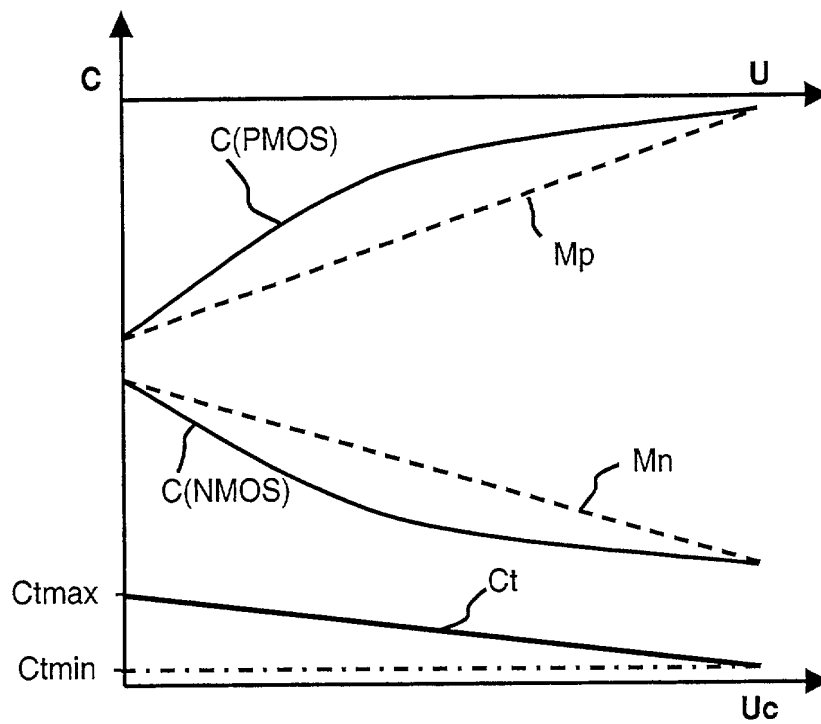


Figure 5

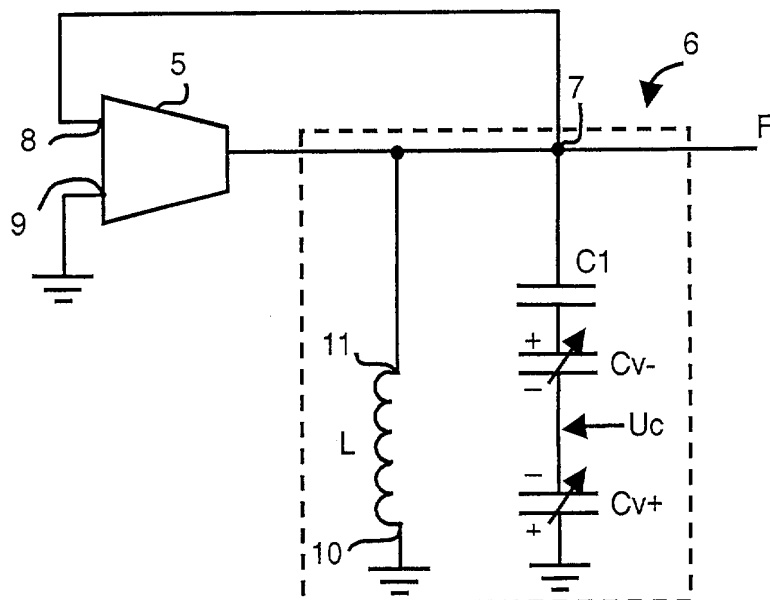


Figure 6

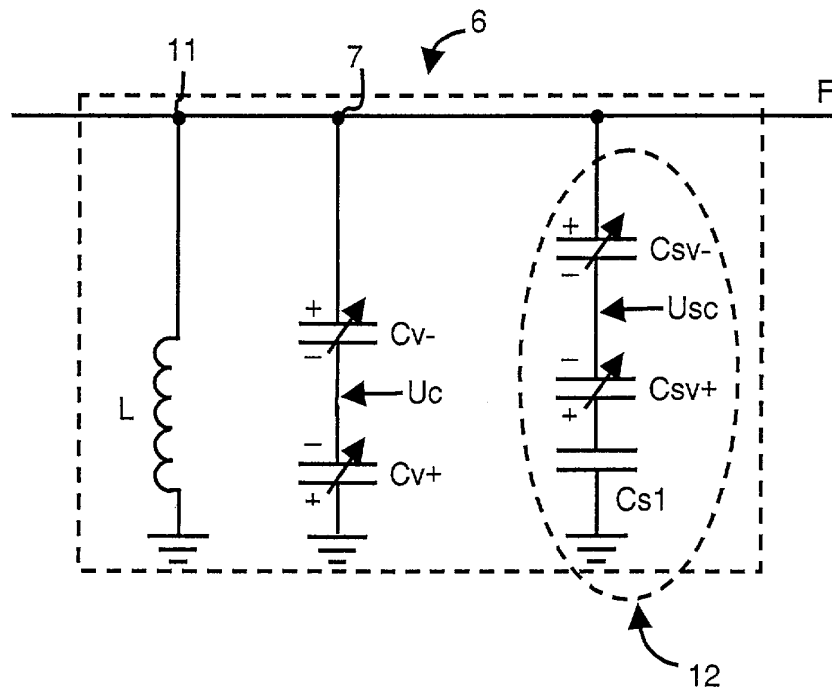


Figure 7



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 652203
FR 0408121

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 6 292 065 B1 (MEGHELLI MOUNIR ET AL) 18 septembre 2001 (2001-09-18) * colonne 8, ligne 65 - colonne 9, ligne 21; figure 3 *	1-5	H03B5/12
X	----- US 6 657 509 B1 (OHANNES JAMES R) 2 décembre 2003 (2003-12-02) * colonne 7, ligne 21 - colonne 8, ligne 48; figures 6,7 * -----	1-5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			H03B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 décembre 2004		Beasley-Suffolk, D	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0408121 FA 652203**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **09-12-2004**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6292065	B1	18-09-2001	AUCUN

US 6657509	B1	02-12-2003	AUCUN
