(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [7]
H03K 3/03

(45) 공고일자 2001년10월24일
(11) 등록번호 10-0297241
(24) 등록일자 2001년05월18일

(21) 출원번호 10-1994-0013980
(22) 출원일자 1994년06월21일

(65) 공개번호 특1995-0002196
(43) 공개일자 1995년01월04일

(30) 우선권주장 93-162938 1993년06월30일 일본(JP)

(73) 특허권자 소니 가부시끼 가이샤
이데이 노부유끼
일본국 도쿄도 시나가와쿠 키타시나가와 6쵸메 7반 35고

(72) 발명자 기구치히데카즈
일본국도꾜도시나가와구기다시나가와6쵸메7반35고소니가부시끼가이샤내

(74) 대리인 신관호

심사관 : 박재일

(54) 링발진기및전압제어발진기

요약

본 발명의 목적은 Q치가 높은 안정한 빌진이 얻어지는 링발진기 및 전압제어발진기를 실현하는데 있다.

그 구성은 각 게인스테이지(STG)간을 저항소자(R)와 캐패시터(C)를 직렬로 접속하여 이루는 로패스필터로 접속한 링발진기에 각 로패스필터의 캐패시터(C)에 대하여 병렬로 트랜지스터로 이루는 트랜스콘덕턴스회로를 설치하고, 위상이 θ 다른 신호전압에 비례한 전류를 흐르게 함으로써 로패스필터를 밴드패스필터로서 동작시킨다. 이것에 의해 Q치가 높은 안정한 발진이 얻어진다.

대표도
도 1

명세서

[발명의 명칭]

링발진기 및 전압제어발진기

[도면의 간단한 설명]

제 1도는 본 발명에 관계되는 링발진기의 제 1실시예를 나타내는 회로도이다.

제 2도는 본 발명에 관계되는 밴드패스필터의 원리를 설명하기 위한 도면이다.

제 3도는 제 2도의 필터의 전달함수의 역수의 궤적을 나타내는 도면이다.

제 4도는 제 1도의 링발진기의 각 게이트의 입력전압의 위상관계를 나타내는 도면이다.

제 5도는 제 3도에 있어서의 밴드패스펄터의 전달함수의 역수의 궤적을 나타내는 도면이다.

제 6도는 전압제어발진기를 구성하기 위한 전류제어회로를 나타내는 도면이다.

제 7도는 본 발명에 관계되는 링발진기의 제 2실시예를 나타내는 회로도이다.

제 8도는 제 7도의 링발진기의 각 게이트의 입력전압의 위상관계를 나타내는 도면이다.

제 9도는 제 3도에 있어서의 밴드패스필터의 전달함수의 역수의 궤적을 나타내는 도면이다.

제 10도는 종래의 링발진기의 구성예를 나타내는 도면이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

STG0 STG3 : 차동형 게인스테이지

R,R_1 R_5,R_{11},R_{12},R_{21},R_{22},R_{31},R_{32},R_{41},R_{42} : 저항소자

C,C_1 C_5,C_{11},C_{12},C_{21},C_{22},C_{31},C_{32},C_{41},C_{42} : 캐패시터

N_{11},N_{12},N_{21},N_{22},N_{31},N_{32},N_{41},N_{42} , npn형 트랜지스터

Ie1 Ie4 : 정전류원

INV0 INV4 : 인버터

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 예를들면 광통신용의 PLL등에 사용되는 링발진기 및 전압제어발진기에 관한 것이다.

종래부터 수정발진기등의 발진소자를 사용하지않고, 예를들면 제 10도에 나타내는 바와같이 인버터(inv)를 기수단으로 접속하여 이루는 링발진기가 알려져있다.

이와같은 구멍에 있어서, 예를들면 외부에서 인버터(inv)에 대하여 제어신호(ct1)가 입력됨으로써 인버터(inv)의 전송지연시간이 제어되어서 인버터(inv)의 출력신호의 주파수가 조정된다.

그렇지만 상술한 종래의 링발진기로는 Q치는 낮고 듀티50%를 실현하는 것이 곤란하여 발진의 파형이나 지터(jitter) 등에 문제가 있고 안정한 발진을 얻을 수 없다는 문제가 있었다.

본 발명은 이러한 사정을 감안하여 이룬 것이며, 그 목적은 Q치가 높은 안정한 발진이 얻어지는 링발진기 및 전압제어발진기를 제공하는데 있다.

상기 목적을 달성하기 위해 본 발명의 링발진기는 복수개의 게인스테이지가 저항소자를 거쳐 링형으로 접속되고 각 게인스테이지의 입력과 기준전위와의 사이에는 용량초자와 트랜스콘덕턴스가 병렬로 접속되어 있다.

또, 본 발명의 링발진기는 게인스테이지의 입력에서 기준전위에 대하여 그 입력과는 고정된 위상의 다른 전류를 트랜스콘덕턴스를 거쳐 흐르도록 구성되어 있다.

또, 본 발명의 링발진기는 트랜스콘덕턴스의 전압입력단자에는 링중의 다른 게인즈테이지의 입력전압이 인가되어 있다.

본 발명의 전압제어발진기는 상술의 링발진기의 저항소자, 용량소자 및 트랜스콘덕턴스로 되는 밴드패스필터의 중심주파수를 변화시켜서 구성된다.

본 발명의 링발진기에 의하면 각 게인스테이지간을 저항소자, 용량소자 및 트랜스콘덕턴스로 되는 밴드패스필터로 접곡되게 된다.

이것에 의해 Q치가 높은 발진이 실현된다.

또, 본 발명의 전압제어발진기에 의하면 링발진기의 각 게인스테이지간을 접속하는 밴드패스필터의 중심주파수가 변화되어서 넓은 주파수렌지가 실현된다.

[실시예]

제 1도는 본 발명에 관계되는 링발진기의 제 1실시예를 나타내는 회로도이다.

제 1도에 있어서 STG0 STG3은 타동형 게인스레이지, R_{11}, R_{12}, R_{21}, R_{22}, R_{31}, R_{32}, R_{41}, R_{42} 는 저항소자, C_{11}, C_{12}, C_{21}, C_{22}, C_{31}, C_{32}, C_{41}, C_{42} 는 캐패시터, N_{11}, N_{12}, N_{21}, N_{22}, N_{31}, N_{32}, N_{41}, N_{42} 는 npn형 트랜지스터, Ie1 Ie4는 정전류원을 각각 나타내고 있다. 이들 각 소자는 이하와 같이 접속되어 있다.

즉 게인스테이지(STG0)의 정측출력단자와 게인스테이지(STG1)의 정측입력단자가 저항소자(R_{11})를 거쳐 접속되고, 게인스테이지(STG0)의 부측 출력단자와 게인스테이지(STG1)의 부측입력단자가 저항소자(R_{12})를 거쳐 접속되어 있다.

저항소자(R_{11})와 게인스테이지(STG1)의 정측입력단자와의 접속중점과 접지와의 사이에 캐패시터(C_{11})가 접속되고, 게인스테이지(STG1)의 정입려단자가 트랜지스터(N_{11})의 컬렉터에 접속되어 있다. 트랜지스터(N_{11})의 에미터는 정전류원(Ie1)에 접속되고, 베이스는 게인스테이지(STG3)의 정측입력단자에 접속되어서 페이스에는 게인스테이지(STG3)의 정측입력단자에의 입력전압(V3)이 인가된다.

또 저항소자(R_{12})와 게인스테이지(STG1)의 부측입력단자와의 접속중점과 접지와의 사이에 캐패시터(C_{12})가 접속되고, 게인스테이지(STG1)의 부측입력단자가 트랜지스터(N_{12})의 컬렉터에 접속되어 있다. 트랜지스터(N_{12})의 에미터는 정전류원(Ie1)에 접속되고, 베이스는 게인스테이지(STG3)의 부측입력단자에 접속되어서, 베이스에는 게인스테이지(STG3)의 부측입력단자에의 입력전압(V7)이 인가된다.

게인스테이지(STG1)의 정측출력단자와 게인스테이지(STG2)의 정측입력단자가 저항소자(R_{21})를 거쳐 접속되고, 게인스테이지(STG1)의 부측출력단자와 게인스테이지(STG2)의 부측입력단자가 저항소자(R_{22})를 거쳐 접속되어 있다.

저항소자(R_{21})와 게이스테이지(STG2)의 정측입력단자와의 접속중점과 접지와의 사이에 캐패시터(C_{21})가 접속되고, 게인스테이지(STG2)의 정측입력단자가 트랜지스터(N_{21})의 컬렉터에 접속되어 있다. 트랜지스터(N_{21})의 에미터는 정전류원(Ie2)에 접속되고 베이스는 게이스테이지(STG0)의 부측입력단자에 접속되어서 베이스에는 게인스테이지(STG0)의 부측입력단자에의 입력전압(V4)이 인가된다.

또, 저항소자(R_{22})와 게인스테이지(STG2)의 부측입력단자와의 접속중점과 접지와의 사이에 캐패시터(C_{22})가 접속되고, 게인스테이지(STG2)의 부측입력단자가 트랜지스터(N_{22})의 컬렉터에 접속되어 있다. 트랜지스터(N_{22})의 에미터는 정전류원(Ie2)에 접속되고, 베이스는 게인스테이지(STG0)의 정측입력단자에 접속되어서 베이스에는 게인스테이지(STG0)의 정측입력단자에의 입력전압(VO)이 인가된다.

게인스테이지(STG2)의 정측출력단자와 게인스테이지(STG3)의 정측입력단자가 저항소자(R_{31})를 거쳐 접속되고, 게인스테이지(STG2)의 부측출력단자와 게인스테이지(STG3)의 부측입력단자가 저항소자(R_{31})를 거쳐 접속되어 있다.

저항소자(R_{31})와 게인스테이지(STG3)의 정측입역단자와의 접속중점과 접지의 사이에 캐패시터(C_{31})가 접속되고, 게인스테이지(STG3)의 정측입력단자가 트랜지스터(N_{31})의 컬렉터에 접속되어 있다. 트랜지스터(N_{31})의 에미터는 정전류원(Ie3)에 접속되고 베이스는 게인스테이지(STG1)의 부측입력단자에 접속되어서 베이스에는 게인스테이지(STG1)의 부측입력단자에의 입력전압(V5)이 인가된다.

또, 저항소자(R_{32})와 게인스테이지(STG3)의 부측입력단자와의 접속중점과 접지와의 사이에 캐패시터(C_{32})가 접속되고 게인스테이지(STG3)의 부측입력단자가 트랜지스터(N_{31})의 컬렉터에 접속되어 있다. 트랜지스터(N_{32})의 에미터는 정전류원(Ie3)에 접속되고 베이스는 게인스테이지(STG1)의 정측입력단자에 접속되어서 베이스에는 게인스테이지(STG1)의 정측입력단자에의 입력전압(V1)이 인가된다.

게인스테이지(STG3)의 정측출력단자와 게인스테이지(STG0)의 부측입력단자가 저항소자(R_{41})를 거쳐 접속되고, 게인스테이지(STG3)의 부측출력단자와 게인스테이지 (STG0)의 정입력단자가 저항소자(R_{42})를 거쳐 접속되어 있다.

저항소자(R_{41})와 게인스테이지(STG0)의 부측입력단자와의 접속중점과 접지와의 사이에 캐패시터(C_{41})가 접속되고, 게인스테이지(STG0)의 부측입력단자가 트랜지스터(N_{41})의 컬렉터에 접속되어 있다. 트랜지스터(N_{41})의 에미터는 정전류원(Ie4)에 접속되고 베이스는 게인스테이지(STG2)의 부측입력단자에 접속되어서 베이스에는 게인스테이지(STG2)의 부측입력단자에의 입력전압(V6)이 인가된다.

또, 저항소자(R_{42})와 게인스테이지(STG0)의 정측입력단자와의 접속중점과 접지와의 사이에 캐피시터(C_{42})가 접속되고, 게인스테이지(STG0)의 정측입력단자가 트랜지스터(N_{42})의 컬렉터에 접속되어 있다. 트랜지스터(N_{42})의 에미터는 정전류원(Ie4)에 접속되고, 베이스는 게인스테이지(STG2)의 정측입력단자에 접속되어서 베이스에는 게인스테이지(STG2)의 정측입력단자에의 입력전압(V2)이 인가된다.

본 실시예에서는 각 게인스테이지간을 저항소자(R)와 캐패시터(C)와를 직렬로 접속하여 이루는 로패스필터로 접속하여 이루는 링발진기에 각 로패스필터의 캐패시터(C)에 대하여 병렬로 트랜지스터를 갖춘 트랜스콘덕턴스 회로를 설치하여 밴드패스 필터가 구성되어 있다.

즉, 링발진기는 링형으로 접속된 각 게인스테이지간에 소정의 구성을 가지는 밴드패스필터를 삽입한 구성으로 되어 있다.

다음에 각 게인스테이지간을 저항소자(R)와 캐패시터(C)를 직렬로 접속한 로패스 필터로 접속하여 이루는 링발진기에 각 로패스필터의 캐패시터(C)에 대하여 병렬로 트랜스콘덕턴스회로를 설치함으로써 밴드패스필터도서 기능하는 원리에 대하여 제 2도를 이용하여 설명한다.

제 2도에 있어서, STGa, STGb는 게인스테이지, U는 게인스테이지(STGa)의 출력 전압, V는 다음단계의 게인스테이지(STGb)의 입력전압을 각각 나타내고 게인스테이지(STGa)의 출력단자와 게인스테이지(STGb)의 입력단자가 저항소자(R)를 거쳐 접속 되고 또한 게인스테이지(STGb)의 입력단자와 접지(기준전위)와의 사이에 캐패시터(C)와 트랜스콘덕턴스회로가 병렬로 접속되어 있다.

트랜스콘덕턴스회로는 입력단자에서 단자전압(V)보다 위상이 θ늦은 Ve(-Jθ)[(-Jθ)는 e의 자승을 나타낸다. 이하 동일하다]에 비례하는 다음식에 나타내는 바와 같은 전류(Ig)를 흐르게 하는 회로이다.

$Ig = gm \cdot Ve(-J\theta) \cdots\cdots (1)$

Ve(-Jθ)는 링발진기중의 다른 게인스테이지의 입력에서 얻을 수 있고, 제 1도의 회로도 상술한 바와같이 트랜스콘덕턴스의 전압입력단자를 구성하는 트랜스 임피던스로서의 각 트랜지스터의 베이스에 2단계후단의 게인스테이지의 입력전압을 인가시키고 있다.

게인스테이지(STGa)의 출력전압(U)과 게인스테이지(STGb)의 입력전압(V)과의 전압차이는 전류(Ig)와 커패시터(C)를 흐르는 전류(Ic)와의 합계에 비례하는 것에서 다음식이 성립한다.

$U - V = R(Ig+Ic) = R(gm \cdot Ve(-J\theta) + Vj\omega C) \ldots\ldots (2)$

따라서

$U = (1 + R \cdot gm \cdot e(-J\theta) + j\omega CR)V$

$= \{1 + R \cdot gm \cos\theta + j(\omega CR - R \cdot gm \sin\theta)\} V \ldots\ldots (3)$

(3)식에 있어서, Rgm=K, CR=1/ω θ라고 놓으면, 필터의 전달함수(H)는 다음식에서 주어진다.

$H = V/U = [1/\{1 + K\cos\theta + j((\omega/\omega\theta) - K\sin\theta)\}] \cdots\cdots (4)$

제 3도는 전달함수(H)의 역수의 궤적을 나타내고 있다. 제 3도에 나타내는 바와같이 발진주파수(ω)는 다음식에서 주어진다.

$\omega = \omega 0 K \sin\theta = (gm/C) \sin\theta \cdots\cdots\cdots (5)$

즉, 전달함수(H)는 (5)식에서 주어지는 주파수(%)에 피크를 갖는 밴드패스필터로 되어있는 것을 알 수 있다.

다음에 이상의 원리에 의거해서 제 1도의 회로에 대하여 고찰한다.

제 1도의 회로는 4단계의 차동형 게인스테이지를 이용한 θ=90도로 한 구성으로 되어 있다. 이 구성에 있어서 게이트로 보면 8개 있는 것과 등가이며 각 입력전압(V0 V7)의 위상관계는 제 4도에 나타내는 바와같이 된다.

따라서 제 1도의 회로에서는 트랜스콘덕턴스의 전압입력단자를 구성하는 트랜스 임피던스로서의 각 트랜지스터의 베이스에 90도위상의 늦은 2단계후단의 게인스테이지의 입력전압을 인가시키고 있다.

그리고 각 게인스테이지의 차동입력에 컬렉터가 접속된 한쌍의 트랜지스터의 에미터끼리는 접속되고 이들 에미터끼리의 접속중점에 정전류원이 접속되어 있고 이들 한쌍의 트랜지스터는 베이스에는 역상이 주어지고 있는 것에서 다음식에서 나타 내는 gm을 갖는 트랜스 임피던스로서 동작한다.

$gm = Io/2veh \cdots\cdots\cdots (6)$

단, Io는 정전류원 Ie1 Ie4의 전류, veh는 서멀볼테이지를 각각 나타내고 있다.

제 1도의 회로의 각 게인스테이지간에 삽입된 밴드패스필터의 전달함수(H1)는 다음식에서 주어진다.

$H1 = [1/\{1 + j((\omega/\omega 0) - K\}] \cdots\cdots\cdots (7)$

제 5도는 (7)식의 분모의 궤적을 나타내는 도면이며, (7)식은 K를 Q치로 하는 밴드패스필터로 되어 있다.

이 밴드패스필터는 다음식으로 나타내는 바와같은 위상지연 ψBPF을 갖는다.

$$\psi BPF = \tan^{-1}\{(\omega/\omega 0) - K\} \cdots\cdots\cdots (8)$$

또, 게인스테이지의 위상지연 ψSTAGE는 스테이지의 지연을 t로 하면 다음식과 같이 된다.

$$\psi STAGE = 2\pi(t/T) = 2\pi fT = \omega t \cdots\cdots\cdots (9)$$

그리고 양자의 합계가 45° 가 되는 주파수가 발진주파수(ω)가 된다.

$$\omega = \omega 0\{K + \tan(\pi/4 - \omega t)\} \cdots\cdots (10)$$

발진주파수(ω)는 (10)식의 풀이가 되고 K가 큰값이라면 다음식이 성립한다.

$$\omega \quad K\omega 0 \cdots\cdots\cdots (11)$$

K는 gm에 비례, 즉 상기 (6)식에서 전류(Io)에 비례하는 것에서 제 6도에 나타내는 바와같은 회로에 의해 전류(Io)를 제어함으로써 이 링발진기를 전압제어발진기(VCO)로서 구성할 수 있다.

이상 설명한 바와같이 본 실시예에 의하면 각 게인스테이지간을 저항소자(R)와 캐패시터(C)를 직렬로 접속하여 이루는 로패스필터로 접속하여 이루는 링발진기에 각 로패스필터의 캐패시터(C)에 대하여 병렬로 트랜지스터로 이루는 트랜스 콘덕턴스회로를 설치하고, 위상이 θ과 다른 신호전압에 비례한 전류를 흐르게함으로써 로 패스필터를 밴드패스필터로서 동작시키도록 하였으므로 Q치가 높은 안정한 발진이 얻어진다.

더구나 밴드패스필터는 저항소자와 캐패시터와 트랜지스터 1개로 구성할 수 있는데서 IC화에 적절하다. 또 구성이 간단한데서 높은 주파수로의 동작이 가능하다.

또, 밴드패스필터의 중심주파수를 바꿈으로써 주파수렌지의 넓은 전압제어발진기를 실현할 수 있다.

제 7도는 본 발명에 관계되는 링발진기의 제 2실시예를 나타내는 회로도이다.

본 실시예에서는 5개의 인버터(INVO INV4)를 게인스테이지로서 각 인버터간은 저항소자(R), 캐패시터(C) 및 트랜지스터(N)로 이루는 밴드패스필터로 접속하여 링발진기를 구성하고 있다.

또, 트랜스 임피던스는 트랜지스터(N)와 에미터저항 1/gm으로 구성되어 있다.

제 8도는 각 인버터(INVO INV4)의 입력전압(VO V4)의 위상관계를 나타내고 있다.

본예에서는 상술의 (4)식의 θ를 2π/5로 취하고 있고, 제 9도가 밴드패스필터의 전달함수의 역수의 궤적을 나타내고 있다.

이 링발진기에서는 인버터지연을 무시할 수 있을때 궤적중의 A점이 발진주파수가 된다.

이와같은 게인스테이지 단수의 링발진기에 있어서도 상술한 제 1실시예와 동일한 효과를 얻을 수 있다.

또한 상술한 각 실시예에서는 게인스테이지의 단수를 4단 및 5단으로 설명하였으나 이들 단수에 한정되는 것이 아닌것은 물론이다.

이상 설명한 바와같이 본 발명에 의하면 링발진기의 밴드패스필터를 짜넣었음으로 Q치가 높은 안정한 발진이 얻어진다.

더구나, IC화에 적절하며 또 구성이 간단한데서 높은 주파수에서의 동작이 가능하다.

또, 밴드패스필터의 중심주파수를 바꿈으로써 주파수렌지의 넓은 전압제어발진기를 실현할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

복수개의 게인스테이지가 저항소자를 거쳐 링형으로 접속되고,

각 게인스테이지의 입력과 기준전위와의 사이에는 용량소자와 트랜스컨덕턴스가 병렬로 접속되도록 구성된 것을 특징으로 하는 링발진기.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

게인스테이지의 입력에서 기준전위에 대하여 그 입력과는 고정된 위상의 다른전류를 트랜스콘덕턴스를 거쳐 흐르게하도록 구성된 것을 특징으로 하는 링발진기.

청구항 3.

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

트랜스콘덕턴스의 전압입력단자에는 링중의 다른 케인스테이지의 입력전압이 인가되도록 구성된 것을 특징으로 하는 링발진기.

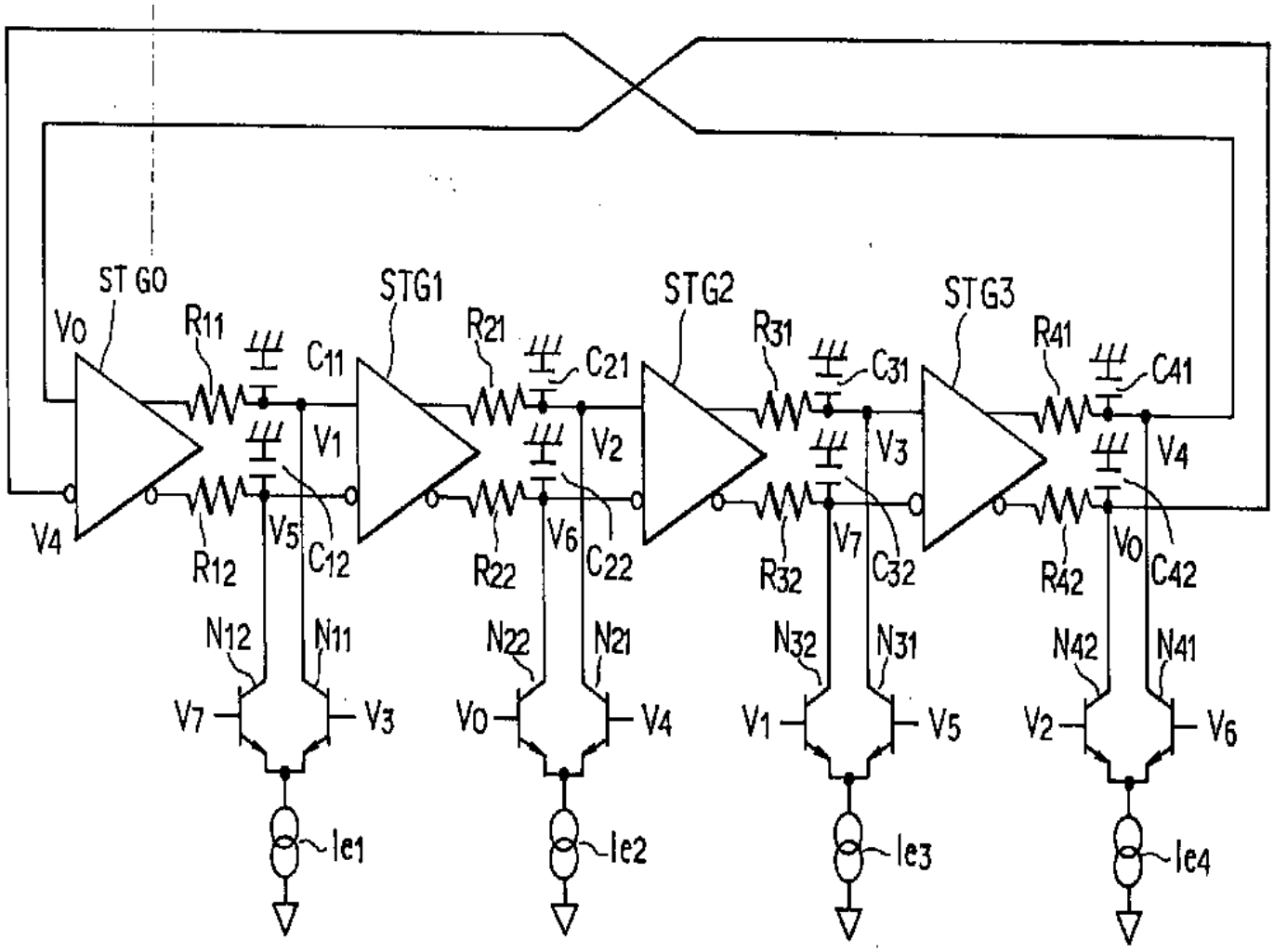
청구항 4.

제 1항에 있어서,

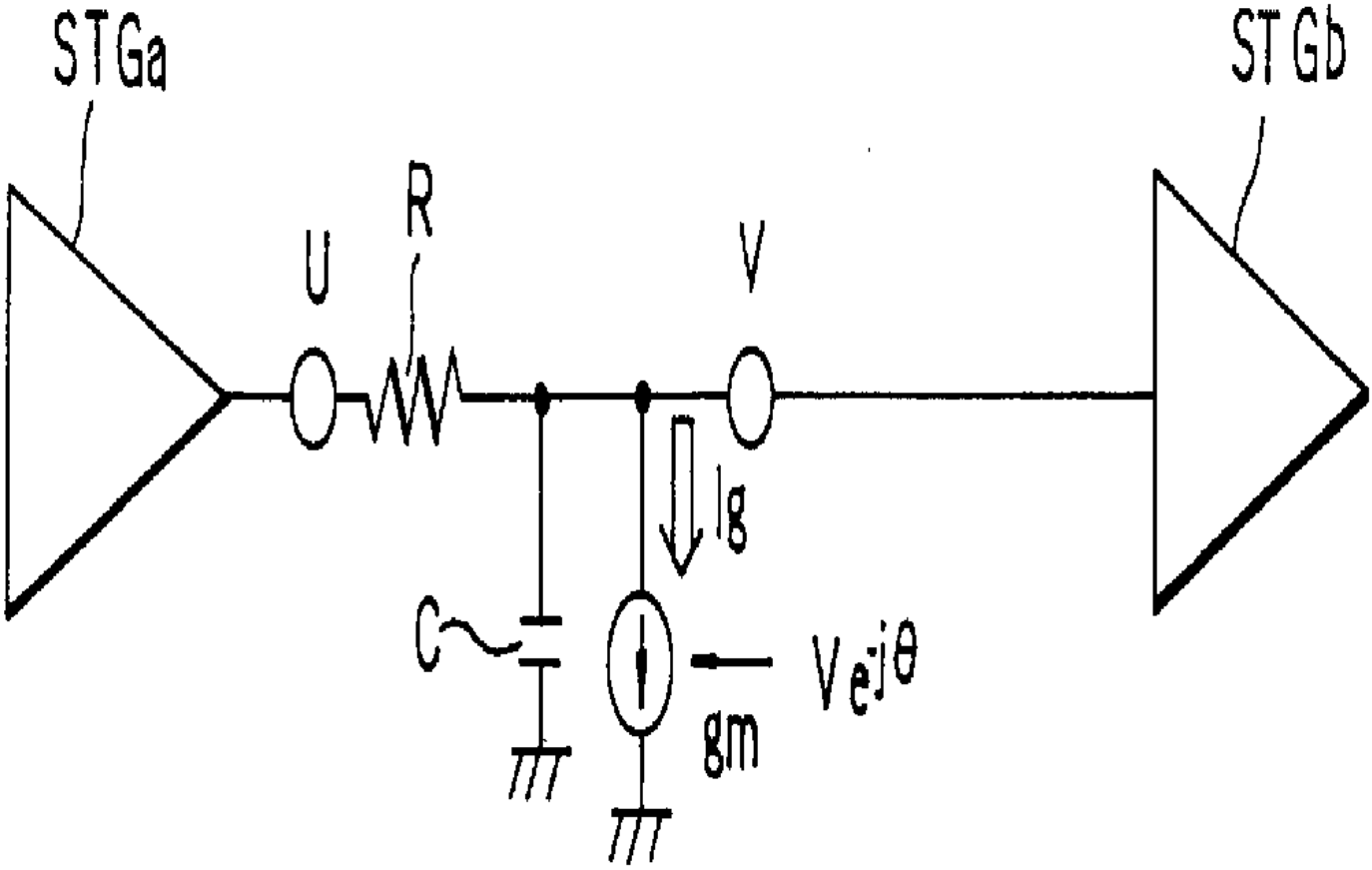
링발진기의 저항소자, 용량소자 및 트랜스콘덕턴스로 되는 밴드패스필터의 중심 주파수를 변화시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 전압제어발진기.

도면

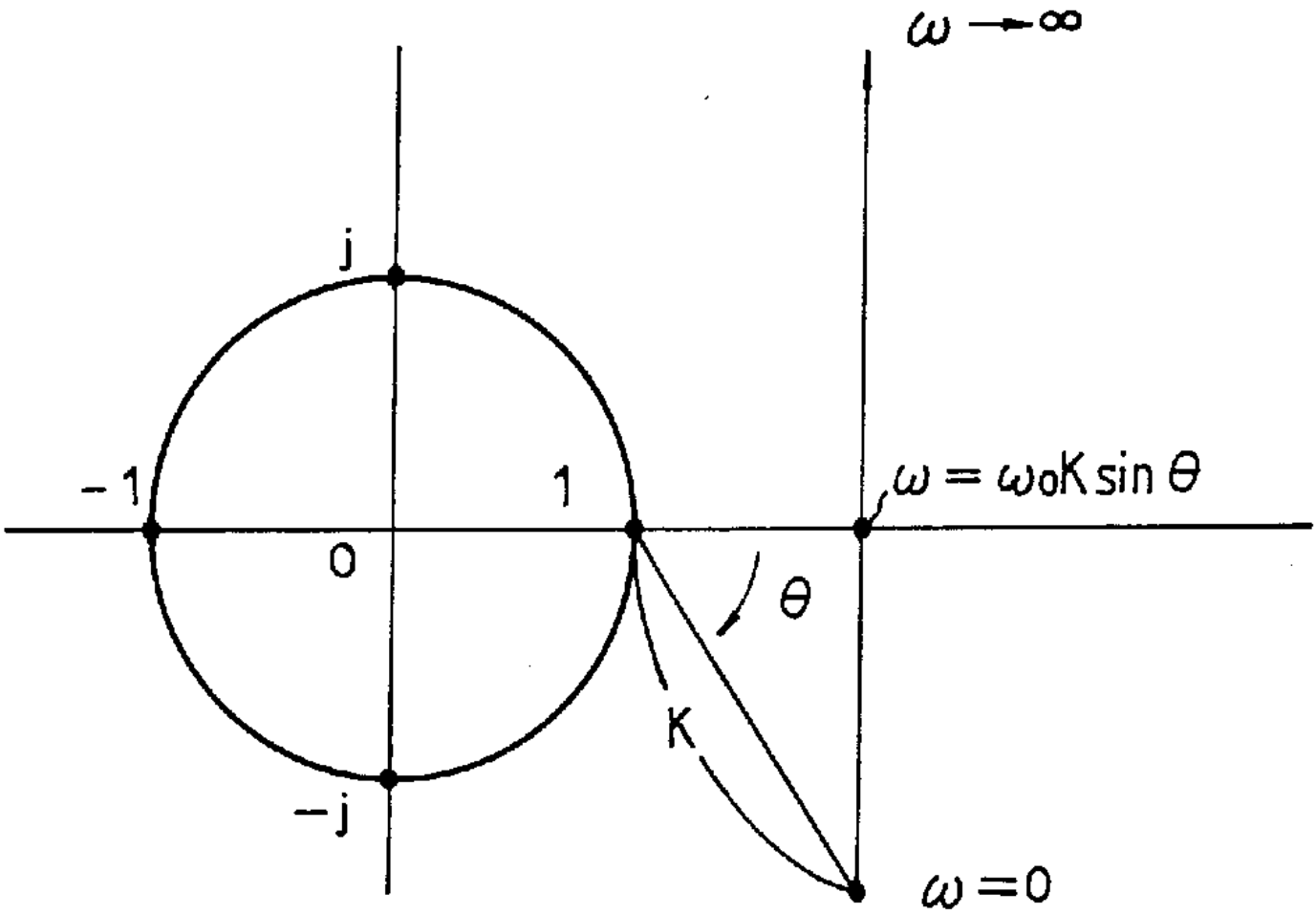
도면 1


ST G0
STG1
STG2
STG3
V0
R11
C11
V1
R21
C21
V2
R31
C31
V3
R41
C41
V4
V4
R12
V5
C12
R22
V6
C22
R32
V7
C32
R42
V0
C42
N12
N11
N22
N21
N32
N31
N42
N41
V7
V3
V0
V4
V1
V5
V2
V6
Ie1
Ie2
Ie3
Ie4

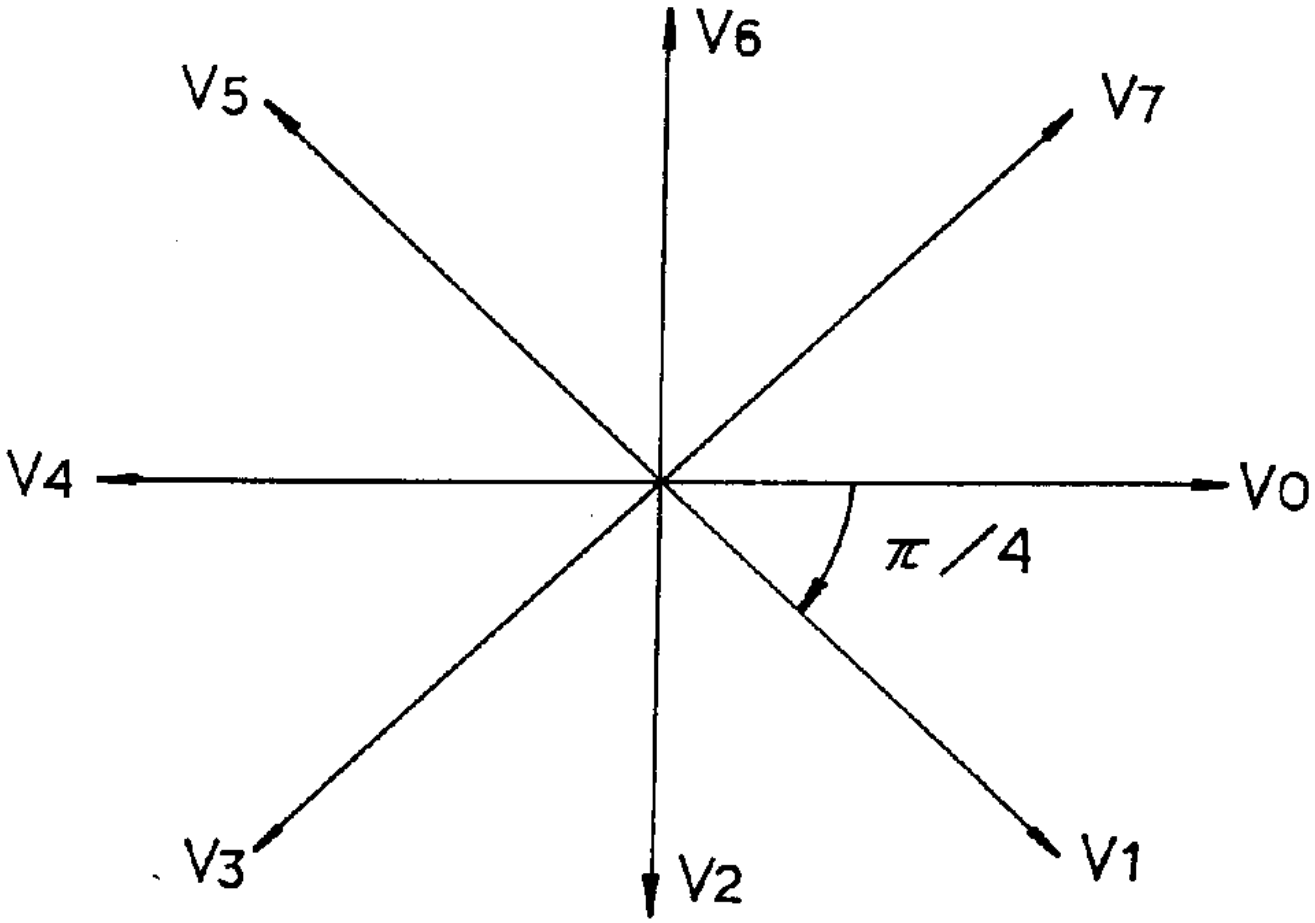
도면 2



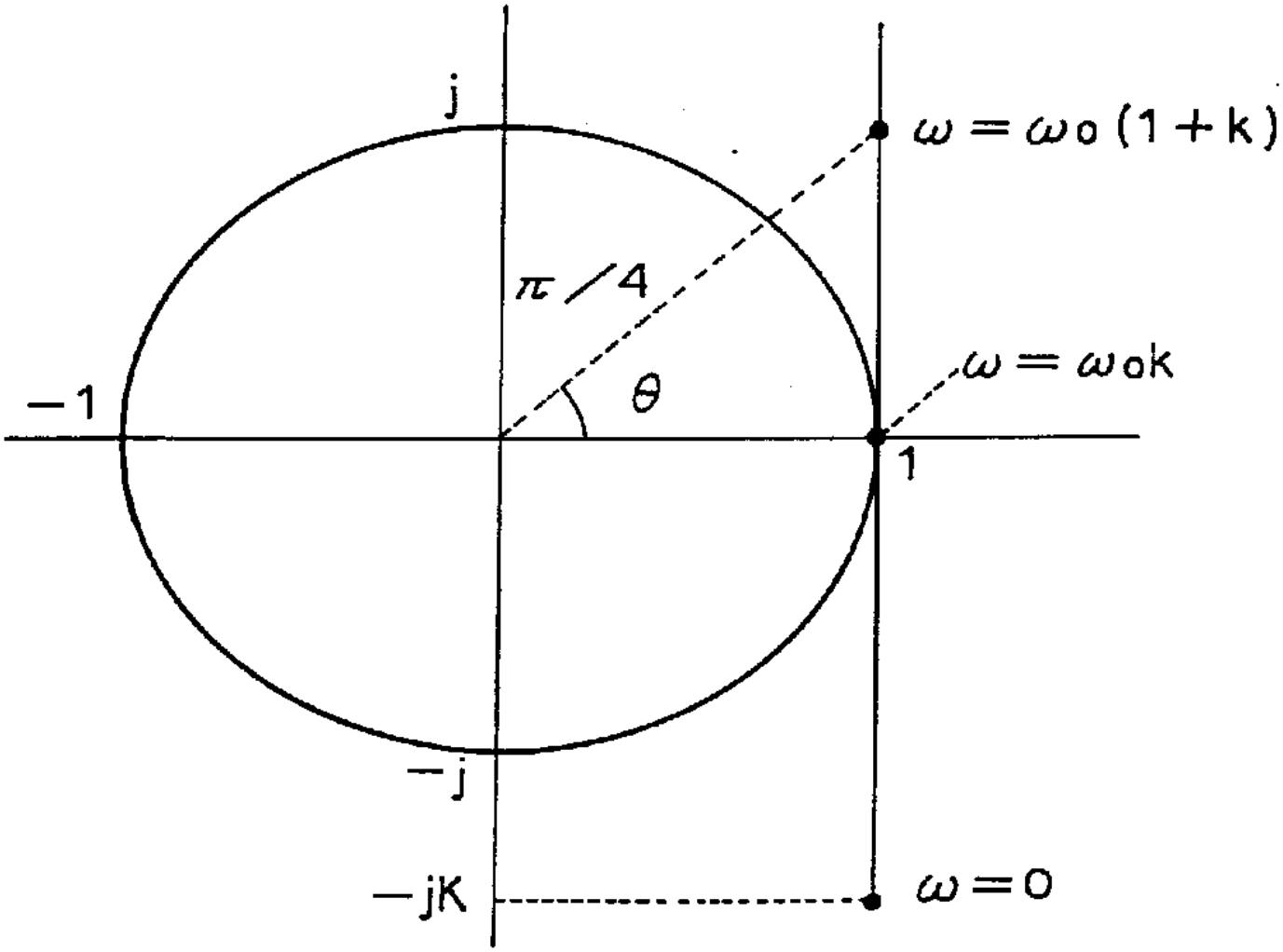
도면 3



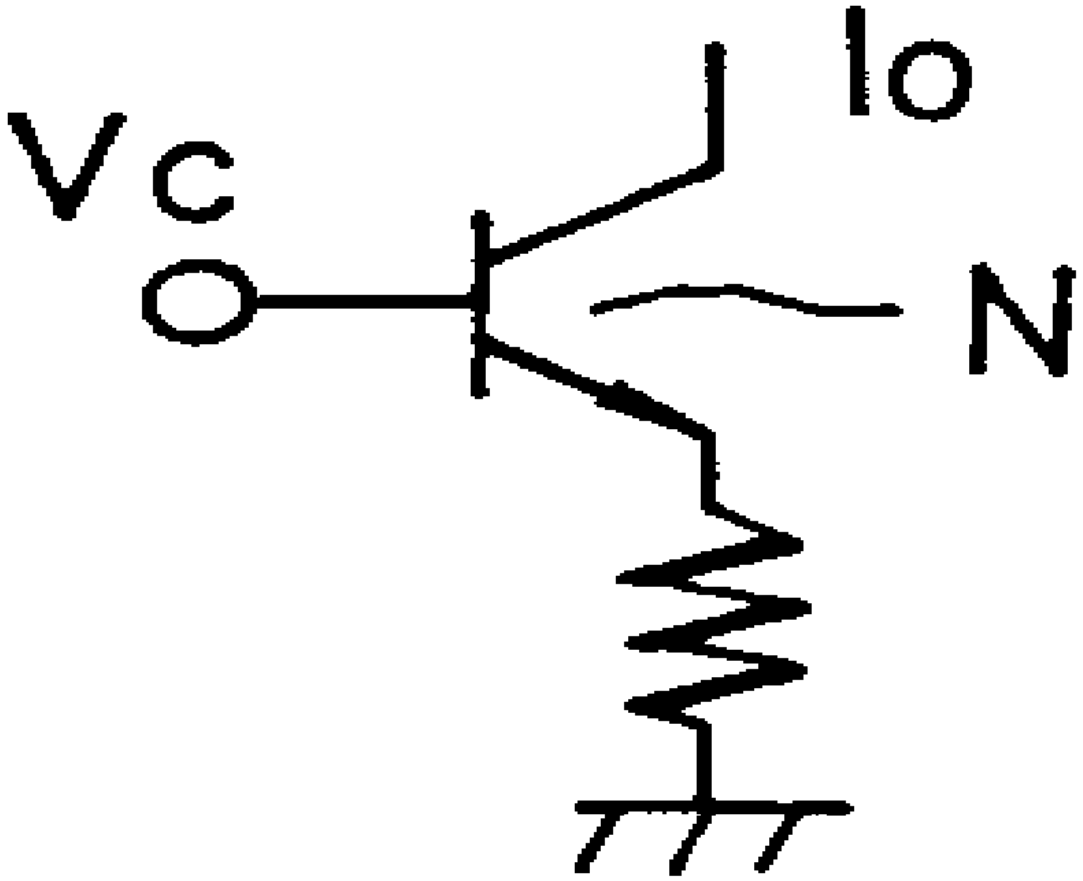
도면 4



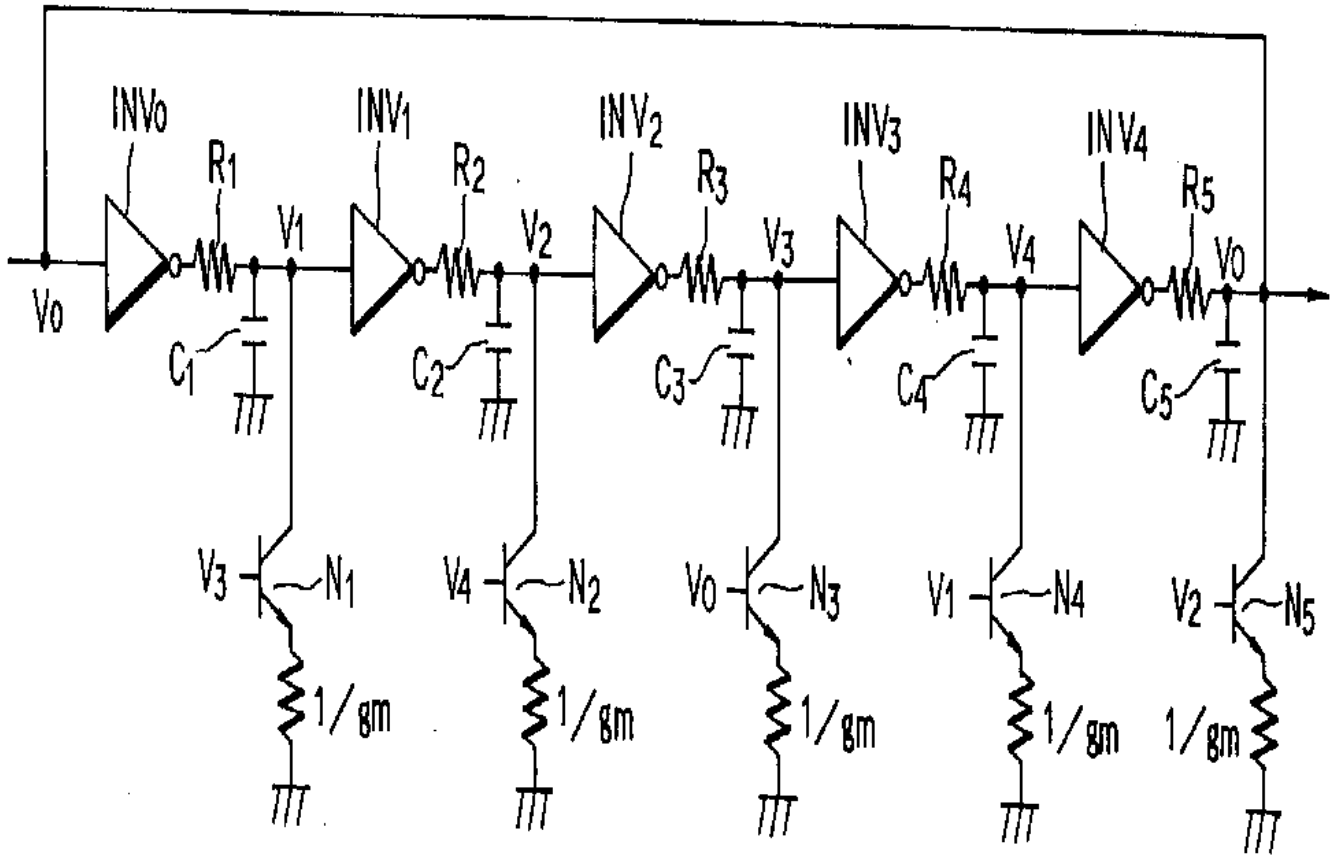
도면 5



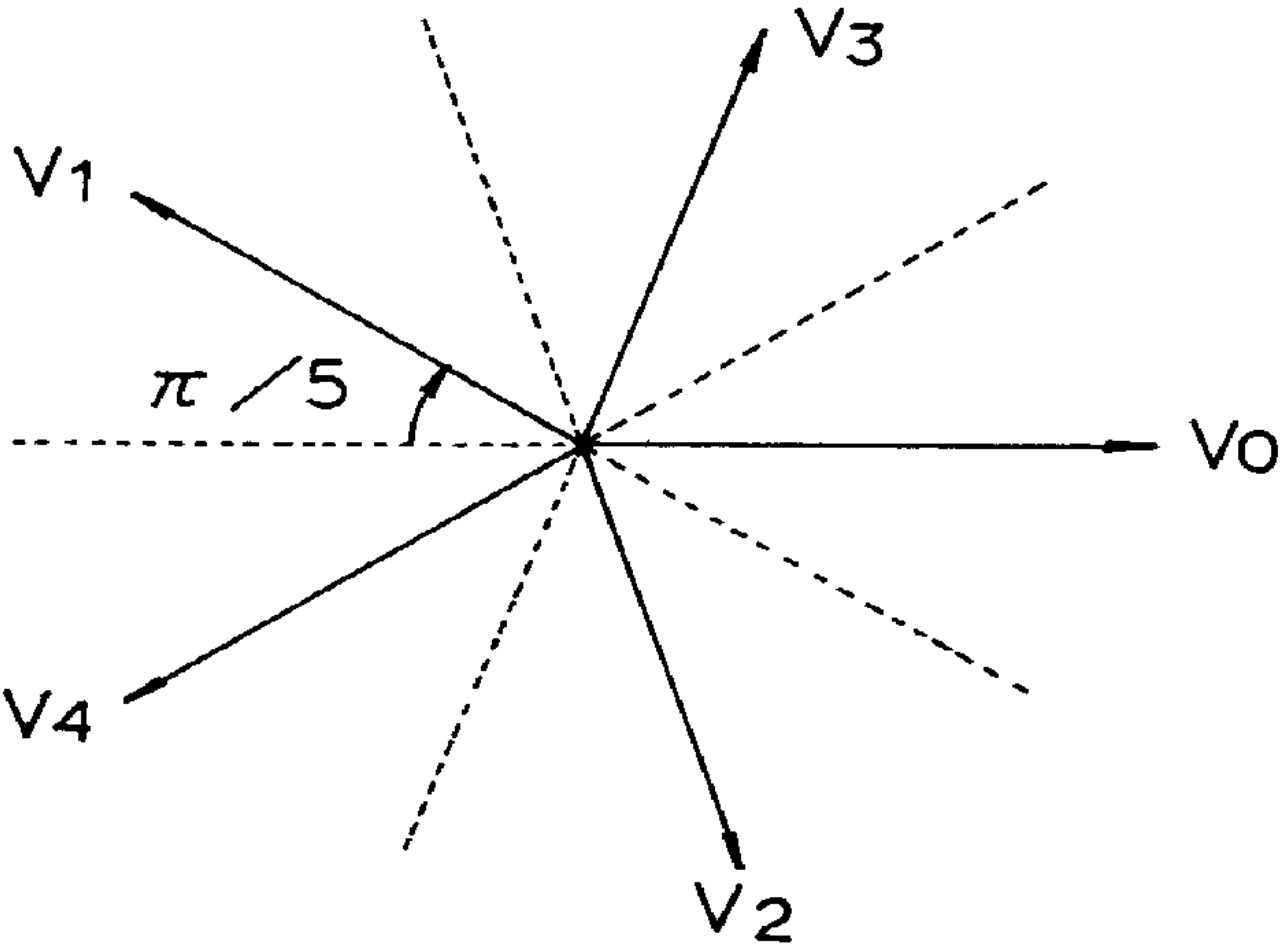
도면 6



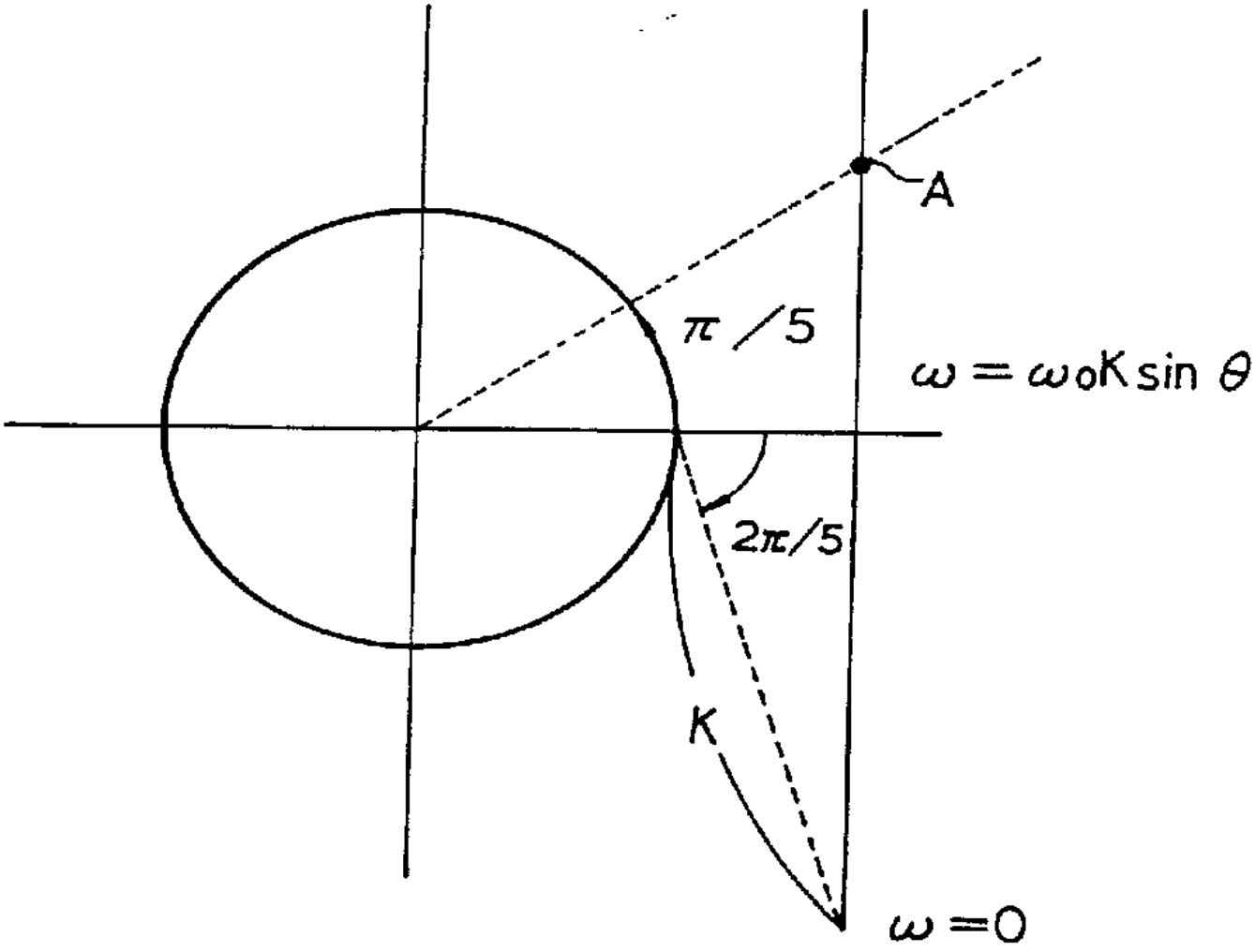
도면 7


INVo
INV1
INV2
INV3
INV4
R1
R2
R3
R4
R5
Vo
V1
V2
V3
V4
Vo
C1
C2
C3
C4
C5
V3
N1
V4
N2
Vo
N3
V1
N4
V2
N5
1/gm
1/gm
1/gm
1/gm
1/gm

도면 8



도면 9



도면 10

