技術解說

負性임피단스變換器를 사용한 RC發振器

姜 東 原*

負性임피단스의 개념을 발전시켜서 얻은 새로운 타이프의 트란지스터 발진회로에 대해서 해설하려 한다. 이 회로는 널리 알려져있는 부릿지형 RC 발진기와 비슷하지만 사용하는 回路素子의 수는 훨씬 적고 또 대단히 낮은 주파수까지 발진할 수 있다.

(1) RC발진회로의 일반형

RC발진기를 해석할 때 Feedback라는 관점에서 고찰하는 것이 實用的이라고 생각되어 있다. 그러나 正歸還回路는 負性임피단스의 효과를 가져오는것이 보통이며 回路의 동작을 負性임피단스의 관점에서 고찰할 수도 있는 것이다.

예를 들면 그림 1은 電流增幅器를 사용한 正歸還回路가 안정한 開放端 혹은 短終端의 負性임피단스를 만드는 모양을 나타내고 있다.

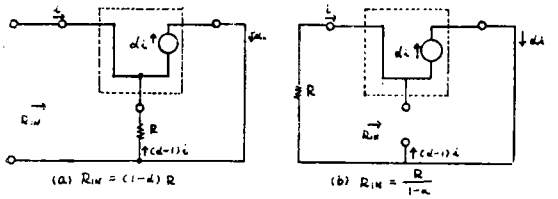
(a) $R_{IN}=(1-\alpha)R$
(b) $R_{IN}=\frac{R}{1-\alpha}$

그림 1. 理想電流增巾器의 접속
(a) 開放端 負性 入力抵抗
(b) 短終端 負性 入力抵抗

그림 2와 같은 定電流驅動形의 RC발진기를 예로 들면 入力 및 出力電流 i_1 i_2는 周波數

$$f=1/2\pi RC \qquad (1)$$

에서 같은 位相이며, 이 周波數에서

$$i_1/i_2=3 \qquad (2)$$

이 성립한다. 2段負歸還增幅器 대신에 電流利得이 3이며 入力과 出力사이에 位相差가 없는 理想增幅器로 대치하면 그림 2(b)의 등가회로가 얻어진다. 그림 1과 비교하면 그림 2(b)의 RC 回路는 각각 그림 1의 負性抵抗에 대응하고 있

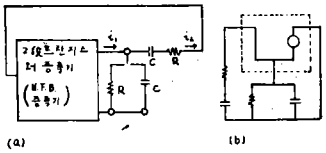

그림 2. 電流驅動形 RC 發振器 (a) 와 그 등가회로

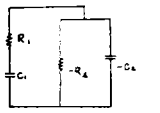

그림 3 RC 發振器의 등가회로

음을 알 수 있다. 그럼으로 RG發振器의 一般形으로 그림 3의 등가회로를 생각하면 된다는 것을 알 수 있다.

正弦波發振器를 얻기 위해서는 그림 3의 Loop Impedance를 複素周波數 平面上의 虛數軸의 零點에 가져가면 된다.

Loop Impedance는

$$Z_s=\frac{1+S(R_1C_1+R_2C_2-R_2C_1)+S^2R_1R_2C_1C_2}{SC_1(1+SR_2C_2)} \qquad (3)$$

이 식에서부터 發振조건은

$$R_1/R_2=C_2/C_1=1 \qquad (4)$$

이며 發振周波數는

$$f=1/2\pi\sqrt{R_1R_2C_1C_2} \qquad (5)$$

임을 알 수 있다.

그림 1과 그림 2를 보면 RC並列 回路가 RC 直列부란치에 $-2R$와 $-C/2$와의 並列回路로 변환되어서 나타난다는 것을 볼 수 있다. 따라서 (4)의 發振조건을 만족함을 알 수 있다.

(2) 負性임피단스 變換을 이용한 發振器

그림 3과 같은 發振回路는 잘 알려져있는 負性임피단스 變換器를 사용함으로서 쉽게 실현시킬 수 있다. 그림 4의 發振回路는 그 한 예이다

이 發振回路는 R_a/R_b의 比에 따라 두가지의

*漢陽大學校電子工學科大學院

發振樣式을 가지고 있다.

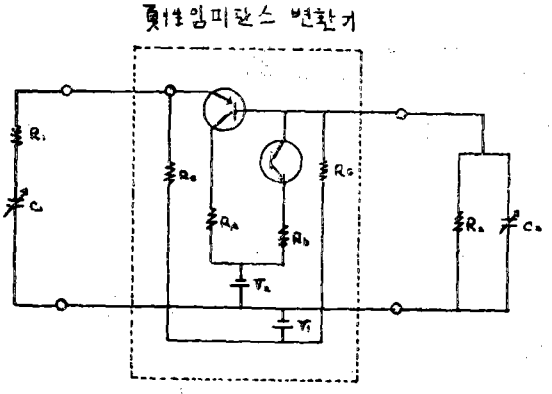

그림 4. 負性임피단스 변환기를 사용한 RC 발진기

$R_a=R_b$의 경우에는이것은 보통의 負性임피단스變換器로서 R_2와C_2는 入力측에서 볼 때 $-R_2$와$-C_2$로 變換된다 發振조건은 (4)식으로부터

$$R_1/R_2=C_2/C_1=1/2 \qquad (6)$$

이며 發振周波數는

$$f=1/2\pi R_1C_1=1/2\pi R_2C_2 \qquad (7)$$

이다. 周波數는 R_1 R_2를 一定하게 유지하면서, 連動바리콘을 可變함으로서 變化시킬 수 있다.

實驗에 의하면, 20Hz에서 20KHz까지의 可聽周波數帶域에서 콘덴서 만을 變化시켜서 可變으로 할 수 있었다. PNP트란지스터의 코렉터出力은 安定하며 全 周波數帶域에서 波形은 찌그러지지 않았다. 또 大容量의 콘덴서를 사용함으로서 0.1Hz정도의 低周波發振도 가능하다는 것이 판명되었다.

또 發振周波數範圍를 넓게 하려면 遮斷周波數가 높은 트란지스터를 Darlington접속하면 된다

이 發振器의 長點의 하나는 可變콘덴서의 一端을 모두 接地할 수 있다는 것이며 부릿지形發振器와 같이 高電位에 놓아야 한다는 것에 비하여 유리하다. 또 트란지스터는 直接結合이 되어 있으니까 部品의 수도 적게 들고 超低周波發振도 가능하다는 특징이 있으니까 實驗室用의 發振器로서 값 싸고 콤파크트한 편리한 것으로 될 수 있다.