

## 각종수정 발진기 표준화연구

十 四 年 五 月 廿 六 日

## 1. 서 론

수정 칼진기는 다른 칼진기와 비교하여 칼진 주파수의 안정도가 양호함으로 각종 송신기를 비롯하여 전자기기에 주파수의 발생원으로 많이 사용되어 진다.

이와 같은 수정 칼진기는 수정 진동자와 진공관 및 트랜지스터의 칼진 회로와 조합하여 이루어지는 것이므로 목적하는 칼진 주파수, 안정도, 출력등을 얻기 위해서 상기 양자(兩子) 사이의 관계 및 각각의 특성을 고찰해 볼 필요가 있겠다.

우선 수정 진동자에 대해서 고찰해 보면 그 고유 주파수와 그것을 칼진 회로에 삽입해 얻어지는 칼진수와를 비교해 일반적으로 상이(相異)함을 우리는 이미 잘 알고 있다. 이것은 수정 진동자가 칼진 회로의 부품(部品)으로 조합(組合)되어 있기 때문이며 수정 진동자가 2 단자(二端子) 임피던스를 가지고 칼진 회로중의 칼진 조건에 관여하고 있음을 뜻하는 것이다. 이와같이 수정 칼진기의 종합적인 동작특성은 수정 진동자 파라메타(Parameter)의 안정도에 관계된다. 이 파라메타의 변동 요소로는 주위 온도, 여진 level, aging rate 등을 들을 수 있겠다. 따라서 용도에 알 맞는 수정 진동자의 선택은 극히 중요한 것이다.

다음 칼진 회로에 있어서는 수 많은 종류가 있으며 같은 회로에 있어서는 임피던스  $\Omega$ 이 같아도  $\Omega$ 가 다를 수가 있는 것과 같이 그 사용하는 부품의 특성이란거나 제작에 따른 배선상의 표유용량(漂遊容量) 등이 각종 각형으로 다양화되므로 "각종 수정 칼진기 표준화 연구"란 제목은 너무나 광범위한 의미를 가지게 되므로 각종의 수

정 칼진기 전부의 동작을 한마디로 간추려 표준화 연구라 하는것은 매우 곤란한 것으로 사려된다. 그러나 일반적으로 칼진기의 칼진 주파수 변동의 주요 원인은 수정 진동자의 재질 및 제작상의 특성을 제외 한다면 칼진 회로 소자 (element)의 변동에 의한 부하용량 ( 負荷容量 )의 변화, 주의 온도 및 전원전압의 변화에 의한 영향등에 기인 하겠다.

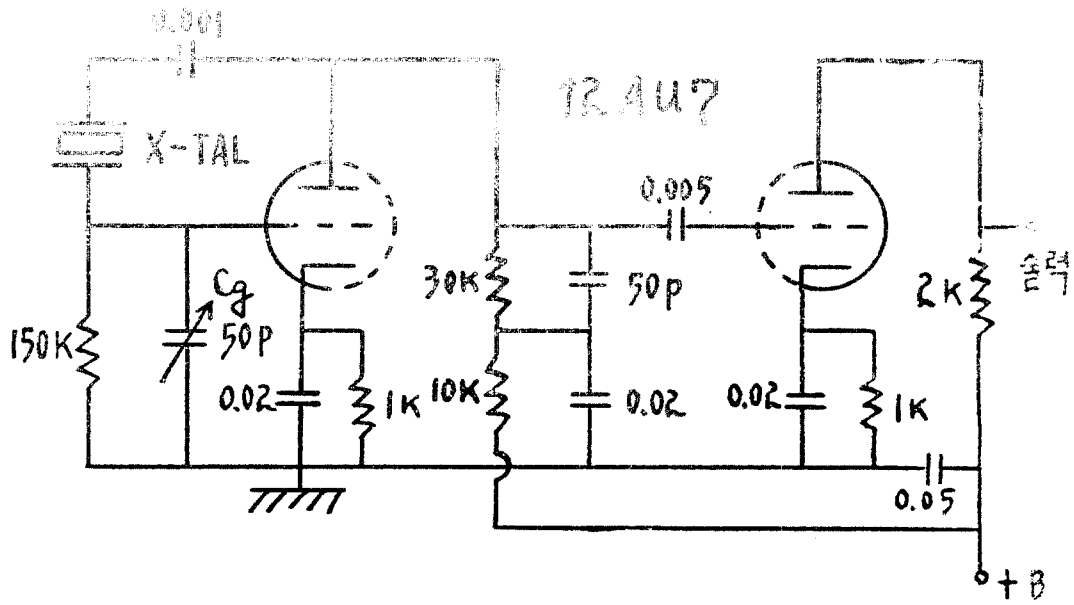
본 연구는 칼진 회로를 중심으로 칼진주파수 변동에 영향을 주는 요소를 시작 (試作) 칼진기를 통하여 실험적으로 다루어 조사 연구하고 참고 자료를 수집해 기술 기준을 마련하며 나아가서는 한정된 전파를 공평하고도 능률적으로 이용할 수 있도록 하는 것에 그 목적이 있는 것이라 하겠다.

단파대의 칼진기를 시작 (試作) 하였으며 칼진 회로로는 진공관 회로로서 Pierce G-K 및 G-P 형과 트랜지스터 회로로서 B-C 및 B-E 형의 LC 동 조형 및 무동조 (무조정) 회로를 택하고 수정 진동자는 당 연구소에서 제작한 HC-6/u 와 FT-243으로 제 특성을 분석 해 보았다.

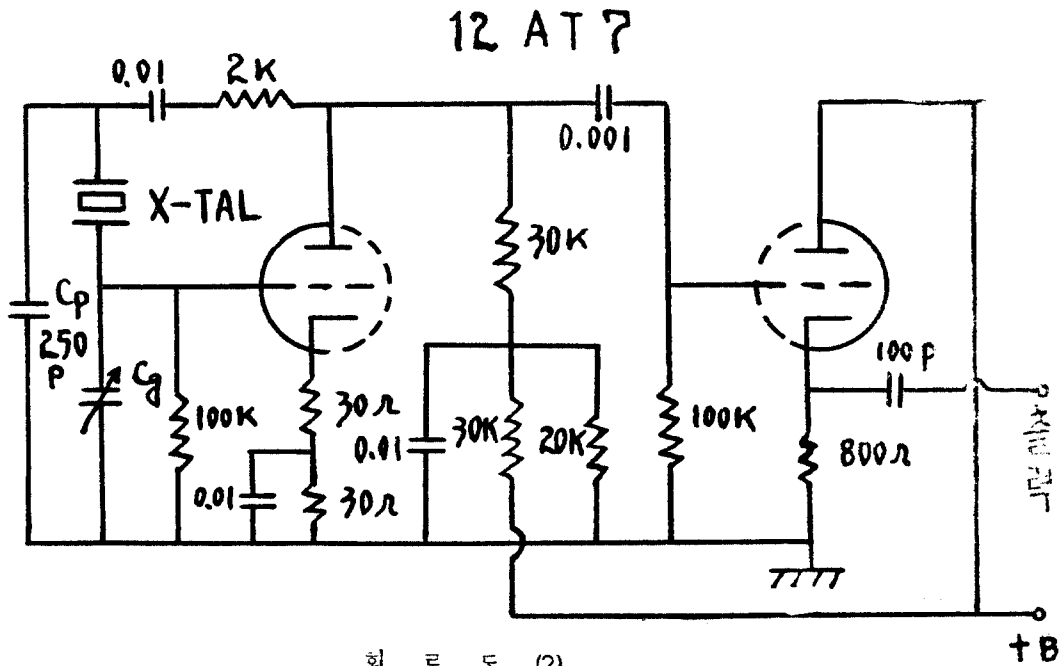
## 2. 시작용 (試作用) 칼진기

### 2-1 무조정 P-G 형 칼진기

회로도 (1) 및 (2)는 쌍 3 극관 12 AU7 및 12 AT7의 한 쪽은 칼진관으로 다른 쪽은 증폭용으로 사용한 P-G 형 무조정 시작칼진기 회로로 Plate 와 Grid 간에 X-TAL을 넣어 유도성 (誘導性), Plate 와 Cathode 간에는 용량성 (容量性)으로 또 Grid와



회로도 (1)



회로도 (2)

Cathode 간에도 용량성으로 하면 발진 조건을 만족, 회로는 곧 발진 상태로 된다.

$C_p$ 와  $C_g$ 를 매우 작게 하면 낮은 주파수에서는 용량성으로 되지 않으므로 발진이 정지하고  $C_p$ 와  $C_g$ 를 크게 하면 용량성으로 되지만 진공관의 G-K 및 P-K 간에 Reactance가 작아져서 진공관의 증폭도가 떨어 지므로 발진이 정지해 버려 발진 주파수에 따른 적당한 크기를 선정할 것이 요구된다. 이 발진기는 수정진동자의 진동 전류가 적으며 발진 출력도 적으나 무조정형이기 때문에 취급이 용이하며 수정진동자의 주파수 온도 계수가 적은것을 사용하면 더욱 안정할 것이다. 수정발진기에 사용하는 진공관은 내부저항이 큰것이 출력회로의 정수 변화에 의한 주파수 변동이 적다. 그러나 증폭율이 큰 진공관을 사용하면 Grid 입력이 적어도 큰 출력이 얻어지나 동일 출력일 경우는 수정진동자를 흐르는 전류가 적은 쪽이 주파수의 안정도는 좋다. 이런 점들을 감안하여 일반적으로 3극관보다 5극관 또는 Beam관을 발진관으로 사용하는것이 적당하겠다. 회로상의 저항과 콘덴서의 값은  $\pm 2\%$  미만인 것을 사용했다.

측정 방법은 전원접속 1시간후부터 KCM-608 Frequency Counter로서 대략 1시간 간격으로 측정하였으며 Plate 전류( $I_p$ )는 D.C milliamperere meter로서 측정하였고 입력전원은 VR-150의 출력을사용하였다.

$C_g$ 를 가변(可變)한 발진 가능 범위는 고유 주파수(2 MHz)를 전후로하여 약  $\pm 200$  Hz였으며 고유 주파수에서 안정한 근사치를 택하였다. 모든 측정에 사용한 X-TAL 사양(仕様)과 주파수에

따른 측정자료는 다음과 같다.

편의상 모든 측정자료는 10회에 걸쳐 측정한 값으로 부터 확도와 단기안정도를 산출 그 결과만을 기록하였고 회로의  $C_g$  및  $C_p$ 는 부하용량계가 당연구소에 없으므로 X-TAL의 고유주파수에 맞추어 선택했다.

주 파 수	Holder 형식	CRnumber	허용편차	부하-용량	사용온도
$2\text{MHz}$ 및 $5\text{MHz}$	FT - 243	5	$\pm 0.02\%$	25PF	상 온
"	"	6	"	12PF	"
"	"	8	"	직 열	"
"	"	10	$\pm 0.005\%$	25PF	"
"	"	12	$\pm 0.02\%$	32PF	"
"	"	13	"	직 열	"
$2\text{MHz}$ 및 $6.5\text{MHz}$	HC-6/u	18	$\pm 0.005\%$	32PF	"
"	"	27	$\pm 0.002\%$	"	$75^\circ\text{C}$
"	"	28	"	직 열	"

그림 (1) X-TAL 사양표

주 파 수	Holder 형식 및 CR-번호	$I_p$	$E_p$	확 도	단기안정도
2MHz	FT-243CR- 6/u 5.9mA	150 v		$1. \times 10^{-6}$	$5.5 \times 10^{-6}$
"	" - 5/u 5.5 "	"		$5.5 \times 10^{-6}$	$3 \times 10^{-6}$
"	" - 8/u 7.5 "	"		$1.15 \times 10^{-5}$	$2.5 \times 10^{-6}$
"	" - 10/u 7.2 "	"		$8.5 \times 10^{-5}$	$6.5 \times 10^{-6}$
6.5MHz	Hc-6/u CR-18/u 7.2 "	"		$1.7 \times 10^{-6}$	$2.6 \times 10^{-6}$
"	" - 27/u 8.2 "	"		$1.5 \times 10^{-6}$	$7.7 \times 10^{-7}$

( 측정 자료 (I) )

다음 고유주파수 2 MHz의 X-TAL HC-6/u의 CR-78을  
12 AT7 회로에, CR-80을 12 AU7 회로에 각각 삽입하여 75 °C  
의 항온조 (Oven)를 사용했을 때와 사용하지 않았을때의 확도 및  
안정도의 측정 자료는 다음과 같다.



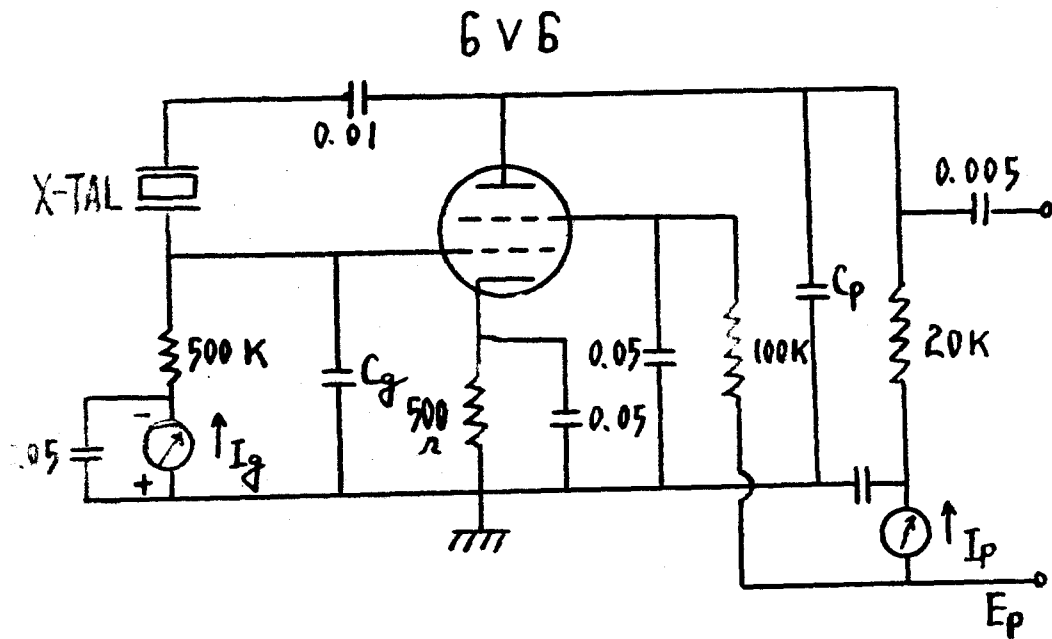
OVEN 유무	$I_B$	화	도	단 기 안 정 도
무	6.2 mA	(-) 2	$\times 10^{-6}$	$(\pm) 2.5 \times 10^{-6}$
유	"	(+) 1.75	$\times 10^{-6}$	$(\pm) 1.25 \times 10^{-6}$
무	5.3 mA	(+) 2.36	$\times 10^{-4}$	$(\pm) 1 \times 10^{-6}$
유	"	(+) 2.6	$\times 10^{-4}$	$(\pm) 1.55 \times 10^{-5}$

#### 측 정 자 료 (2)

시작 (試作) 3호 발진기는 Beam 판 6V6을 사용하였으며 무조정형으로서 그 회로는 회로도 (3)과 같다.

3극관에 비해 발진 출력이 크다는 이점이 있다. 수정 발진자를 흐르는 전류를 적게 하여 발진 주파수의 안정도를 높이는 관계로 부터 6V6의 Screen Grid  $G_2$ 의 전압은 수신기의 저주파 증폭에 사용할때 보다 낮게 가한다.

이 회로로서 발진관 heater 전압 변동에 따른 발진 주파수의 변화를 고찰해 보았다. Beam 판 6V6의 heater 전압은 6.3V이다. 6.3V를 전후로 해서 HC-6/u의 CR-10 270,500 Hz로 측정한 자료는 다음과 같고 여기서 주파수 평균 변화는 약  $\pm 3$  Hz로 나타났다.



회로도 (3)

Heater 전압	1 회 측 정	2 회 측 정	3 회 측 정
7.5 V	2701.570 Hz	2701.569 Hz	2701.570 Hz
7	67 "	67 "	67 "
6.3	68 "	67 "	67 "
5.5	65 "	66 "	66 "
5.2	—— 칼 진 불 능 ——		

측정자료 (3)

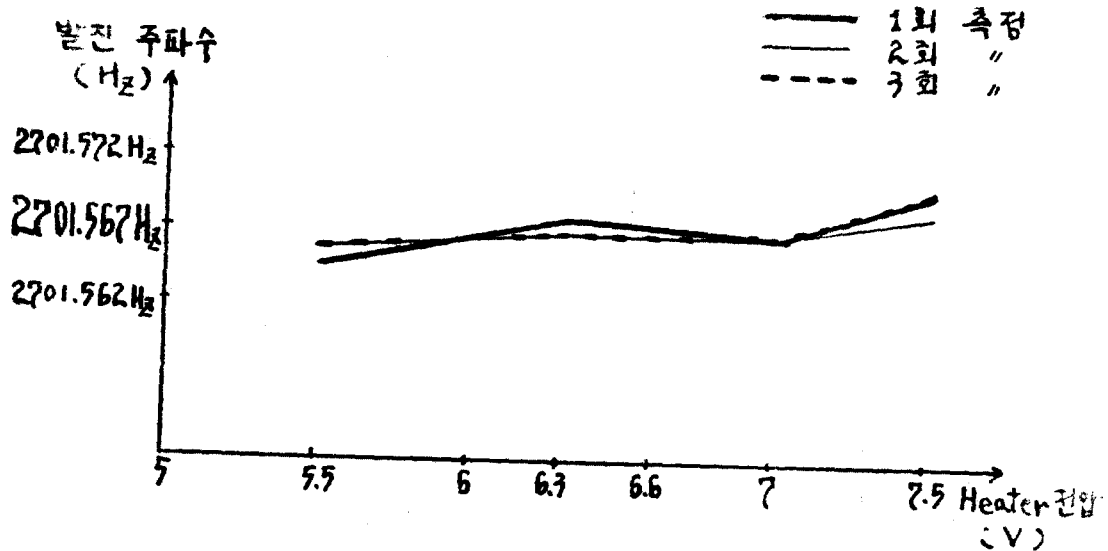
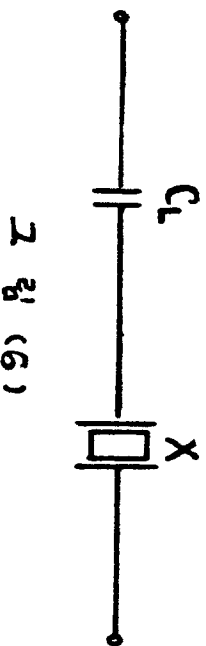
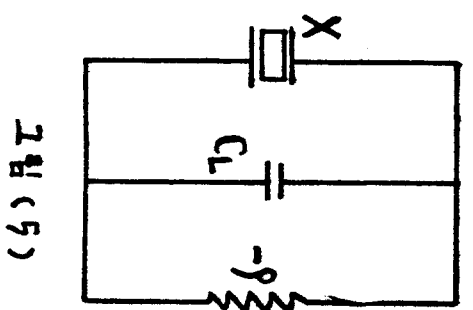
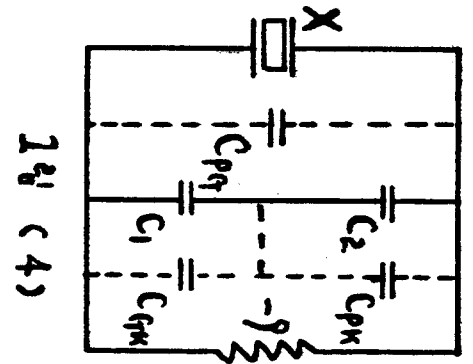
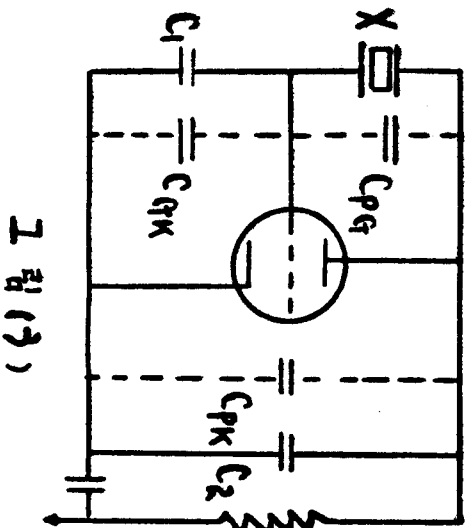


그림 (4) : 측정 자료 (3)에 의한도표

일반적으로 그림(3)과 같은 Pierce 회로를 동작시킬때 발진관의 전극간(電極間) 용량등을 고려하여 그림 (4) 및 그림 (5)과 같은 등가회로로 나타낼 수 있다.



그림에서  $C_L$ 은 그림(4)의  $C_1, C_2$ , 표유·용량 (漂遊容量)의 합성치로 진동자의 양 단자로 부터 칼진 회로측을 본 실효용량과 같은 것이 더 칼진회로의 부하·용량 (負荷容量, loading Capacity)이라 한다. 수정 진동자의  $\omega$ 는 대단히 높아서 (수만~수십만)수정과 부하·용량  $C_L$ 과의 병렬공진 주파수 즉 그림(3)의 칼진회로의 칼진 주파수와 수정과 부하·용량  $C_L$ 과의 직렬공진 주파수 즉 그림(6)와는 일치하는 것이다.

상기 칼진회로의 동작상태는  $C_1$  - meter에 의해 수정과 부하·용량  $C_L$ 과의 직렬 회로의 직렬 공진 동작 상태로 치환 (置換) 될때 각종 Parameter를 측정케 된다. 그러므로 수정 진동자의 칼진 주파수는 이 부하·용량에 의해서 큰 차이가 있다. 따라서 부하·용량이 규정치와의 상당한 오차가 있을때 공칭·확도와 안정도는 문제가 되는 것이다. 여기서 회로도(3)의 부하·용량을 산출해 보자.

진공관 6V6 :  $G_1 \rightarrow P \dots\dots\dots 0.7 (PH)$   
 $G_1 \rightarrow K \dots\dots\dots 9 (PF)$   
 $P \rightarrow K \dots\dots\dots 7.5 (PF)$

칼진 회로에서 :  $C_g \dots\dots\dots 50 PF$   
 $C_p \dots\dots\dots 30 PF$

$$C_L = C_{PG} + \left( \frac{1}{\frac{1}{C_P + C_{PK}} + \frac{1}{C_G + C_{GK}}} \right)$$

$$= 0.7 + 22.9 = 23.6 \text{ (PF)}$$

한편 X-TAL은 FT-243의 CR-10/u로 CI-meter에 의한 측정치는 25 PF로서 회로계산과 내략 근사치로 되었으며 측정 자료는 다음과 같다.

주 파 수	Holder 형식 및 CR-번호	I <sub>p</sub>	E <sub>p</sub>	확 도	단기안정도
2 MHz	FT-243 CR-10/u	9.2 mA	250 V	$5.5 \times 10^{-6}$	$6.5 \times 10^{-6}$
2701.500 MHz	"	8.5 "	"	$2.2 \times 10^{-5}$	$1.4 \times 10^{-6}$

측 정 자 료 (4)

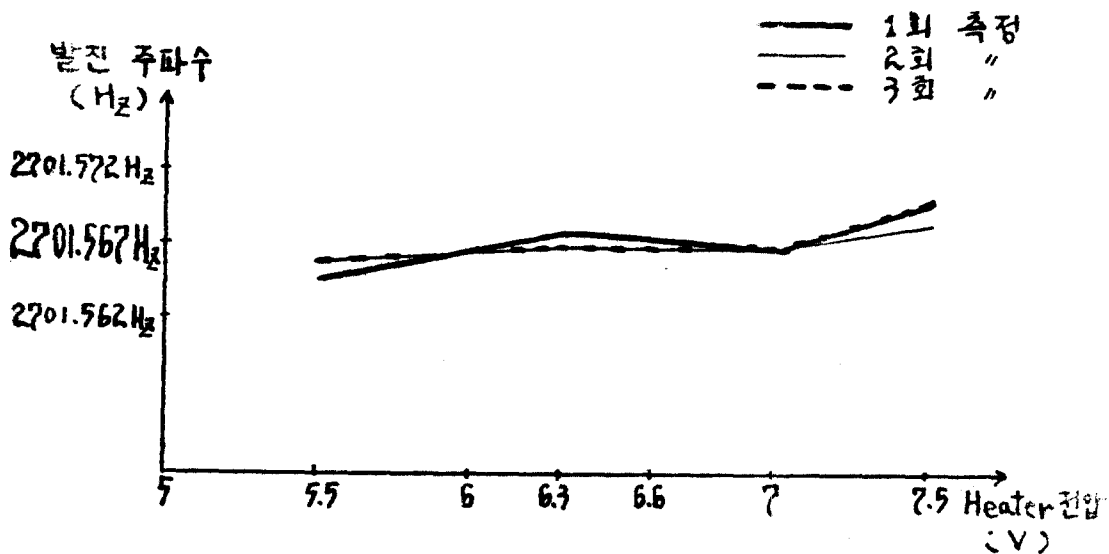
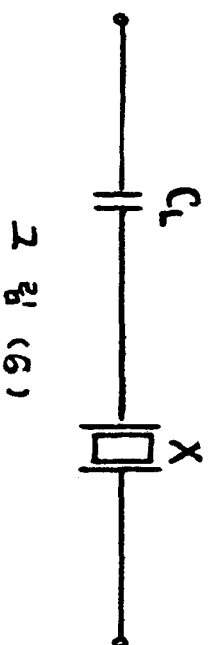
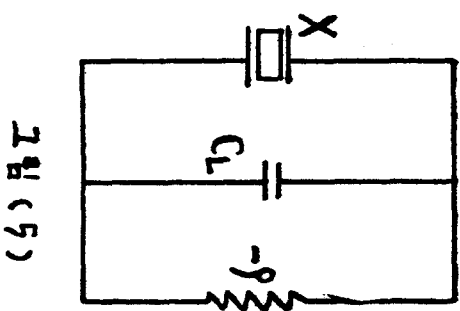
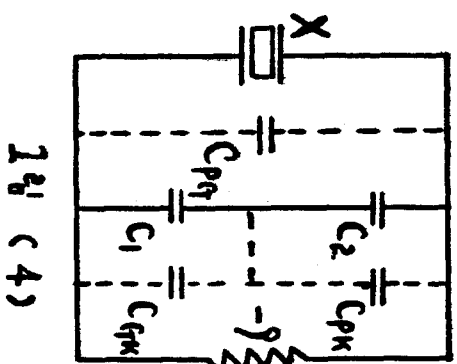
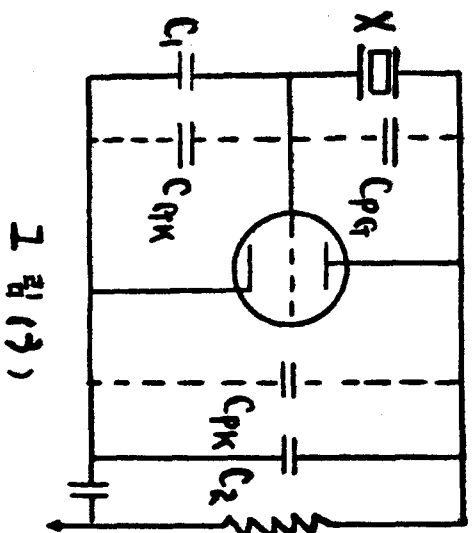


그림 (4) : 측정 자료 (3)에 의한도표

일반적으로 그림(3)과 같은 Pierce 회로를 동작시킬때 발진관의 전극간(電極間) 용량등을 고려하여 그림 (4) 및 그림 (5)과 같은 등가회로로 나타낼 수 있다.





그림에서  $C_L$ 은 그림(4)의  $C_1$ ,  $C_2$ , 표유용량 (漂遊容量)의 합성치로 진동자의 양 단자로 부터 칼진 회로측을 본 실효용량과 같은 것이며 칼진회로의 부하용량 (負荷容量, loading Capacity)이라 한다. 수정 진동자의  $Q$ 는 대단히 높아서 (수만~수십만) 수정과 부하용량  $C_L$ 과의 병열공진 주파수 즉 그림(3)의 칼진회로의 칼진 주파수와 수정과 부하용량  $C_L$ 과의 직열공진 주파수 즉 그림(6)와는 일치하는 것이다.

상기 칼진회로의 동작상태는  $C_1$  - meter에 의해 수정과 부하용량  $C_L$ 과의 직열 회로의 직열 공진 동작 상태로 치환 (置換) 될때 각종 Parameter를 측정케 된다. 그러므로 수정 진동자의 칼진 주파수는 이 부하용량에 의해서 큰 차이가 있다. 따라서 부하용량이 규정치와의 상당한 오차가 있을때 공칭확도와 안정도는 문제가 되는 것이다. 여기서 회로도(3)의 부하용량을 산출해 보자.

진공관 6V6 :  $G_1 \rightarrow P \dots\dots\dots 0.7 (PH)$

$G_1 \rightarrow K \dots\dots\dots 9 (PF)$

$P \rightarrow K \dots\dots\dots 7.5 (PF)$

칼진 회로에서 :  $C_g \dots\dots\dots 50 PF$

$C_p \dots\dots\dots 30 PF$

$$C_L = C_{pg} + \left( \frac{1}{\frac{1}{C_p + C_{PK}} + \frac{1}{C_g + C_{GK}}} \right)$$

$$= 0.7 + 22.9 = 23.6 \text{ (PF)}$$

한편 X-TAL은 FT-243의 CR-10/u로 CI-meter에 의한 측정치는 25 PF로서 회로계산과 내략 근사치로 되었으며 측정 자료는 다음과 같다.

주 파 수	Holder 형식 및 CR-번호	I <sub>p</sub>	E <sub>p</sub>	확 도	단기안정도
2 MHz	FT-243 CR-10/u	9.2 mA	250 V	$5.5 \times 10^{-6}$	$6.5 \times 10^{-6}$
2701.500 MHz	"	8.5 "	"	$2.2 \times 10^{-5}$	$1.4 \times 10^{-6}$

측 정 자 료 (4)

### 2-1-1 측정 자료의 분석

- (1) 시작 (試作) 발진기 1호, 2호, 3호를 통해 HC-6/u 및 FT-243의 X-TAL로 2, 5, 6.5 MHz의 측정 자료에서 볼 수 있듯이 작기 안정도 및 확도는  $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 을 유지할 수 있었으며 안정도는 다같이  $10^{-6}$ 을 유지할 수 있었으므로 각 주파수대의 허용편차는 백만분율 20 ~ 500 이내이므로 표준 주파수 ( $5 \times 10^{-9}$  이상)을 제외 한다면 고정국 및 육상국, 이동국 등의 주파수 발생원으로서 가능하겠다.
- (2) 발진 회로의 CG를 가변 발진 가능 범위는 공칭주파수 (2MHz)를 전후로 약 ( $\pm$ ) 200Hz였으므로 상기 공칭 주파수의 발진 가능한 가변 범위는  $1 \times 10^{-4}$  이내 이다.
- (3) X-TAL 사양 (仕樣)에서 알 수 있듯이 HC-6/u의 CR-78 및 80은 작기 사용 온도가  $75^{\circ}\text{C}$ 로 되어있다. 1호 발진기에서 항온조를 사용하지 않았을 때에는 확도가  $(+2 \times 10^{-6})$ 이고 안정도는  $(\pm) 2.5 \times 10^{-6}$ 이었으므로,  $75^{\circ}\text{C}$ 를 유지할 수 있는 항온조를 사용 하였을 때는 확도는  $(+1.75 \times 10^{-6})$ , 안정도는  $(\pm) 1.25 \times 10^{-6}$ 으로 확도는 14% 안정도는 50%가 개선 되었음을 입증해 준다. 한편 2호 발진기에서는 공칭 주파수 (2 MHz)에서 편차가  $(+470 \text{ Hz})$ 로 낮은 확도  $2.36 \times 10^{-4}$ 되는 곳을 택하여 항온조를 사용 하였으나 확도는  $(+2.6 \times 10^{-4})$ 으로 더 불안정 하였으며 안정도도 역시  $(\pm) 1 \times 10^{-6}$ 에서

( $\pm$ )  $1.55 \times 10^{-5}$  으로 불안정 하였으므로 확도와 안정도 개선을 위해 항온조를 사용할때는 공칭 주파수에서 편차가 적어야 할 것이다.

- (4) 회로도 (3)의 발진 회로에서 발진관 Heater 전압 변동에 따른 발진 주파수의 변동으로  $2.2 \times 10^{-6}$  의 확도 변동이 있음을 알 수 있었다. 5.5 V 이하에서는 발진이 멈추었으며 6.3 V 이상은 발진관 Heater 가 과한 되지 않는 범위에서 발진을 계속 시켰으며 비교적 안정한 범위는 Heater 정격 전압의 ( $\pm$ ) 8 % 이내 이다.

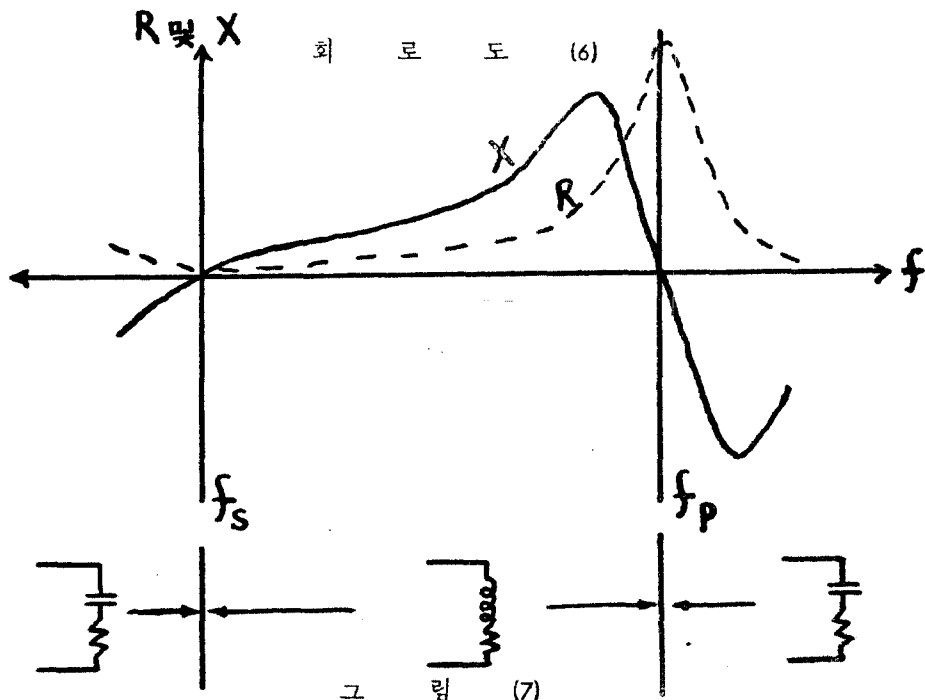
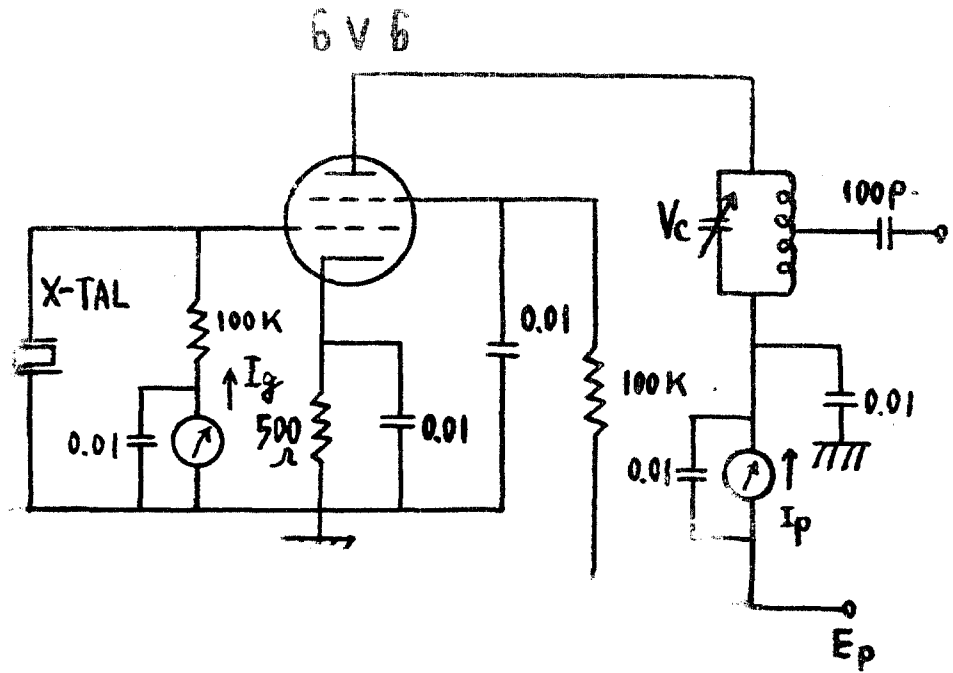
## 2-2 G-K 형 동조 발진기

시작품 4 호로 Beam 관 6V6 을 발진관으로 G-K 사이에 X-TAL 을 삽입하고 부하측에 LC 동조 회로가 있으며 회로도 (4) 와 같다.

수정의 임피던스를 Z 라 하면

$$Z = R + jX$$

로 표시되는 저항분 R 과 리액탄스분 X 는 진동자의 진동 주파수 부근에서는 그림 (7)와 같이 변화한다.



그럼 중 형측은 주파수  $f$ 를 종측은  $R$  및  $X$ 로 하였을때 실선은 리액탄스분  $X$ , 점선은 저항분  $R$ 로 된다. 전기적 직열 및 병렬 공진 주파수  $f_s$  및  $f_p$ 에 있어서 저항분은  $f_p$ 에 있어서 최대,  $f_s$ 보다 낮은 주파수에 있어서는 최소로 되며 리액탄스  $X$ 는 영(零)과 같고 그 사이에서는 유도성이며 그 외에서는 용량성이 됨을 보여 준다. 따라서 발진 상태에 있어서 수정 진동자는 항상 유도성이고 이 형의 발진기에 있어서  $G$ 와  $P$ 간의 임피던스는 극간 용량  $C_{gp}$ 를 이용함으로 용량성이다. 따라서 LC 동조회로를 유도성으로 조정하면 된다.

$V_c$ 의 용량을  $X-TAL$ 의 발진 주파수에 동조한 점보다 작게하면 공진회로의 공진 주파수 쪽이 높아져서 유도성이 되므로 쉽게 발진한다.  $V_c$ 를 접속한 것은 공진 주파수를 수정 발진주파수에 접근 시키므로서  $Z_L$ (부하임피던스)이 높아져서 발진 출력을 크게 얻을 수 있기 때문이다.

수정 진동자 FT-243의 CR-30의 5 MHz를 택하여 가변용량  $C_v$ 를 변동시켜가며 발진 주파수와  $I_p$  및  $I_g$ 를 측정 했다.  $C_v$ 의 미소한 변동에서 발진 주파수는 예민하게 큰 변화가 있었으며 발진 가능한 구간은  $C_v$ 용량 28.7 ~ 29.6 PF로서 좁기 때문에 취급상 까다로운 결점이 있다.

측정치 및 측정치에 의한 Graph는 다음과 같다.

주파수평균치	$C_v$	$I_p$	$I_g$	확	도	안	정	도	비	고
불	안	정	28.8PF							A 점
4.999,651Hz	29 PF	18 mA	11 $\mu$ A	$7 \times 10^{-5}$	$6 \times 10^{-6}$					B 점
5.000,104 "	29.3PF	8.9 "	62 "	$2.1 \times 10^{-5}$	$3.4 \times 10^{-6}$					C 점
5.000,355 "	29.6PF	6.7 "	95 "	$7.1 \times 10^{-5}$	$5.4 \times 10^{-6}$					D 점

측 정 자 료 (5)

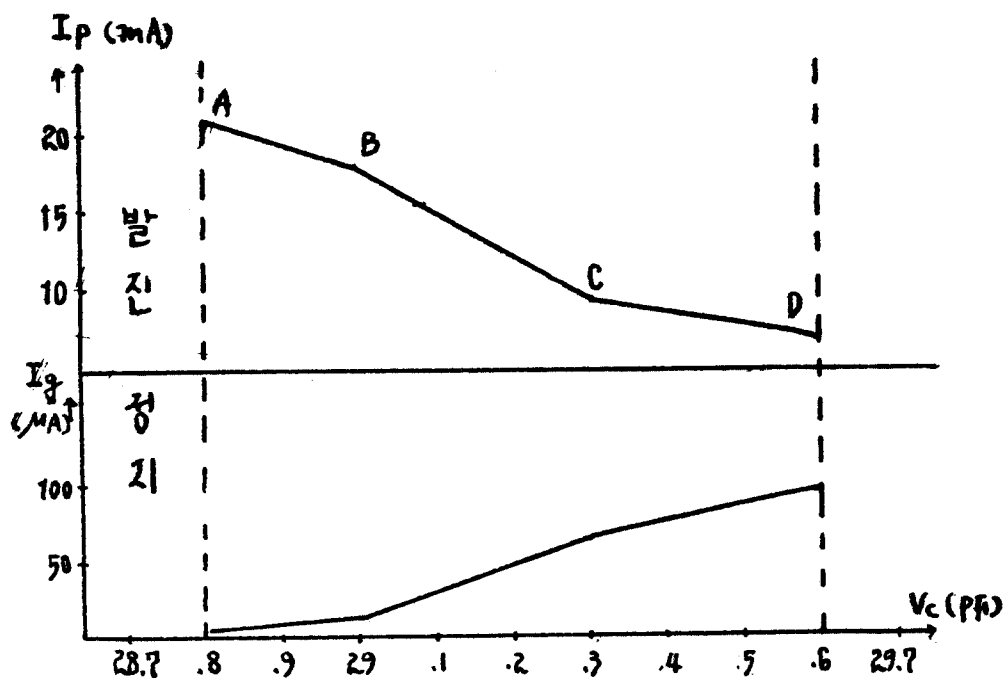


그림 (8) : 측정 자료 (5)에 의한 도표

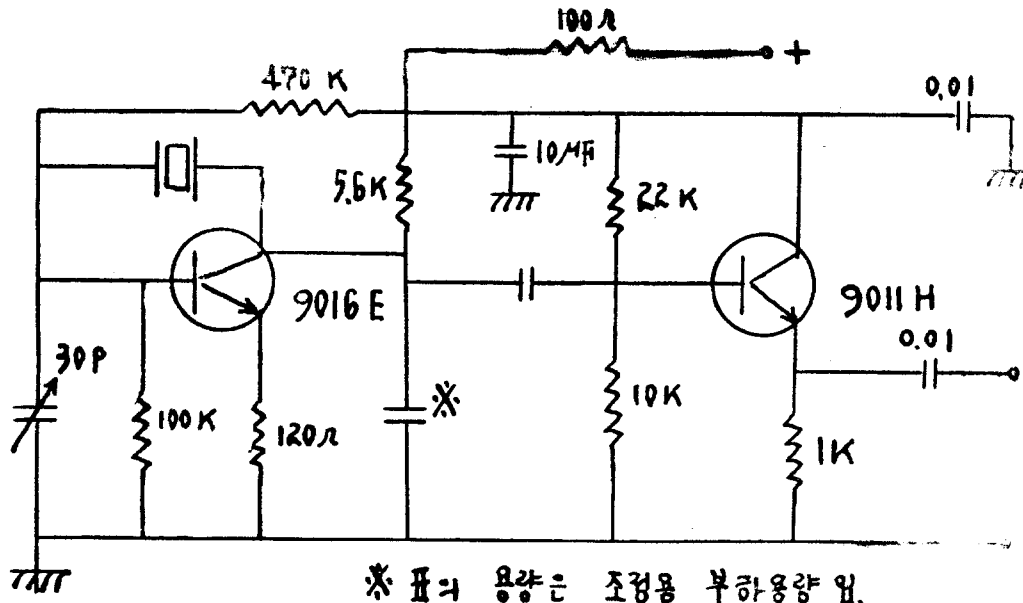
### 2-2-1 측정 자료의 분석

도표에서 볼수 있듯이 C 점과 D 점 구간에서 확도는  $2.1 \times 10^{-5}$ , 안정도는  $3.4 \times 10^{-6}$  으로 가상 양호하였으며 발진 강도도 높은 편이 었으나 A 점과 D 점은 불안정한 상태이고 발진 특성이 예민하여 취급상 용이치 않았음을 알 수 있었다.

### 2-3 B-C 형 트랜지스터 발진기

시작품 B-C 형 트랜지스터 발진기는 회로도 (5)와 같다.

X-TAL HC-6/u를 발진석 9016 E의 Base와 Collector 사이에 삽입하고 입력전원은 Battery 12 V를 연결했다.



회 로 도 (5)



측정 방법은 전술한 바와 같으며 측정 자료는 다음과 같다.

주 파 수	Holder 형식 및 CR - 번 호	Ic	Ec	화 도	단 기안 정 도
2701.500MHz	FT-243.CR-10/u	3 mA	12V	$1.5 \times 10^{-6}$	$1.5 \times 10^{-6}$
5 MHz	" CR-13/u	5.9 "	24"	$2 \times 10^{-6}$	$2.3 \times 10^{-5}$
2 "	Hc-6/u CR-18/u	3.5 "	12"	$5 \times 10^{-7}$ 이상	$5 \times 10^{-7}$

측 정 자 료 (6)

X-TAL HC-6/u의 CR-18/u를 삽입 했을때 발진 주파수의 화도와 안정도는 다 같이 높아  $5 \times 10^{-7}$ 으로 나타났으며 이 상태에서 입력전원전압 D.C 12 V를 전후로 증감시켜 가면서 발진 주파수의 변동을 관찰하였다. 그림 (9)는 12 V를 중심으로 전원전압에 비례적으로 발진 주파수가 증가 하는 것과 Collector 전류 Ic의 증가를 보여준다.

10 V 이하에서는 기생 발진이 일어났으며 다음 2개의 구간으로 분류하여 1 V 당 출력 주파수의 변화율(증가율)은

10 ~ 16 V 구간 : (+)  $1 \times 10^{-6}/\text{Volt}$

16 ~ 24 V 구간 : (+)  $5 \times 10^{-7}/\text{Volt}$

로 나타났다.

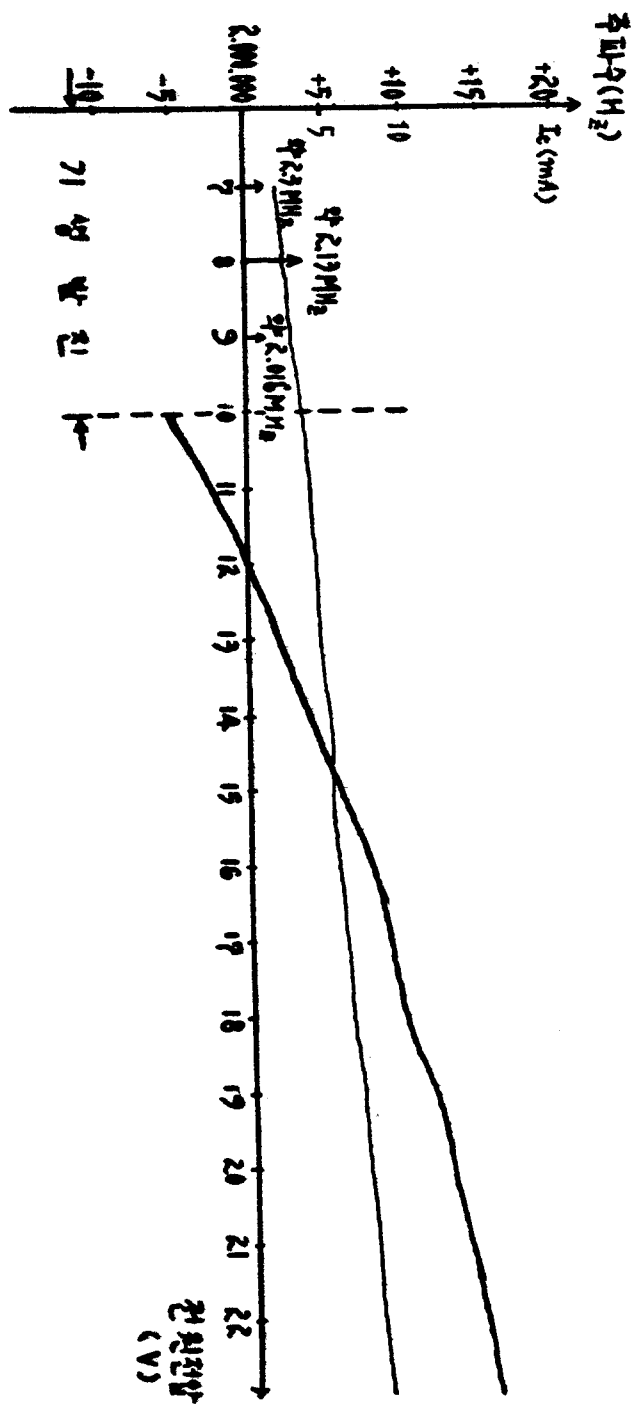


그림 (9)

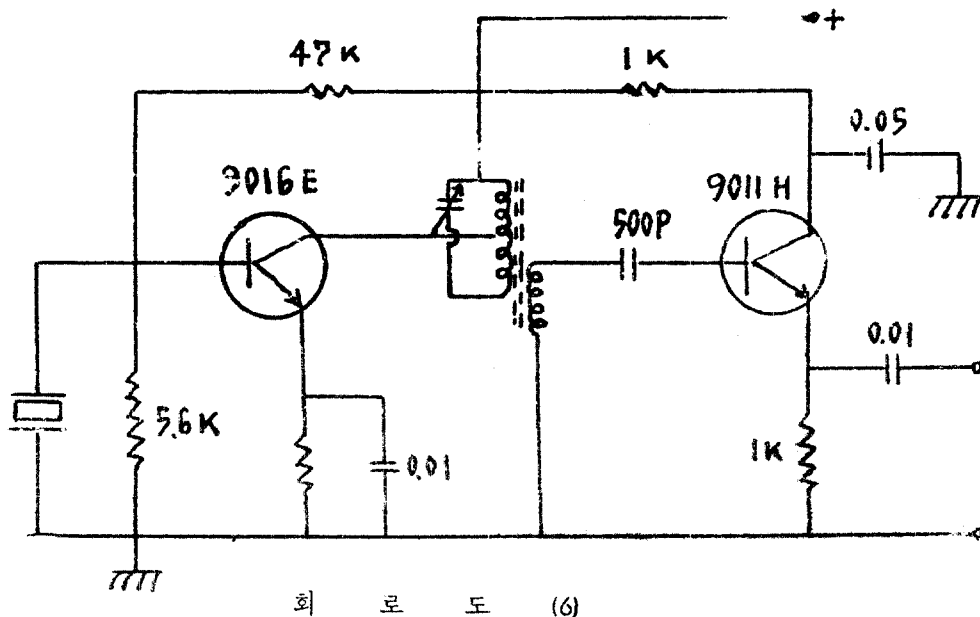
### 2-3-1 측정 자료의 분석

측정 자료에서 보면 확도 및 안정도는  $10^{-6}$  이상을 유지 할수 있었음으로 매우 안정 하였다. 전원전압 12 V를 기준으로 1 V 증가에 대한 칼진 주파수는 1 ~ 2 Hz 상승하였음으로 백분율로 전원 전압 (+) 7.7 % 변화당 확도는 (+)  $0.5 \sim 1 \times 10^{-6}$  으로 변화했다.

### 2-4 B-E 형 칼진기

시작품 B-E 형 트랜지스타 칼진기는 회로도 (6)과 같다.

Base 와 Emitter 사이에 X-TAL을 삽입하고 Collector 와 Emitter 사이에는 LC 동조 회로가 삽입되 있다. 동조회로의 바리 콘  $C_V$ 의 미소한 변동에도 칼진 주파수는 예민하게 변화했다. 제 2 고조파에 대한 측정 자료도 첨부하였으며 다음과 같다.



주 파 수	Holder 형식 및 CR-번호	Ic	Ec	확 도	단기안정도	비 고
2 MHz	Hc-6/uCR-27/u	2.5mA	12V	$9 \times 10^{-6}$	$8.5 \times 10^{-6}$	기 본 피
"	"	1.8mA	"	$6.5 \times 10^{-6}$	$5.2 \times 10^{-6}$	제2 고조파

### 측 정 자 료 (7)

#### 2-4-1 측정 자료의 분석

동조 바리콘 C<sub>v</sub>의 미소한 변동에도 칼진 주파수는 예민하게 변동 되었으며 C<sub>v</sub>를 조정 하기가 용이치 않았으며 확도는 동조섭에 따라 다르다.

### 3. 결 론

지금까지의 내용을 요약하면 아래와 같다.

- (1) 시작 칼진기로 FT-243의 2.5 MHz와 HC-6/u의 2.6.5 MHz를 삽입 그 확도와 단기 안정도는 대체로  $10^{-5} \sim 10^{-6}$ 으로 쉽게 확보 할 수 있었다.
- (2) 칼진 회로의 소자변화(용량)로 칼진 가능한 가변 범위는  $10^{-4}$ 이내 이다.
- (3) X-TAL 사양에 따라 항온조를 사용 할때 고유 주파수에서 칼

- 진 시킬 것이며  $10^{-6}$  이내로 확도를 개선 할 수 있었다.
- (4) 칼진관의 Heater 전압 변동으로 미약하나마 칼진 주파수가 변동함으로 Heater 전압을  $\pm 8\%$  이내로 충분히 오차를 적게 할 필요가 있다.
- (5) G-K형 동조 칼진기나 B-E형 LC동조 칼진기는 칼진특성이 예민함으로 취급상 주의가 필요하다. 즉 동조점에 따라 안정도가 다르다.
- (6) B-C형 트랜지스터 칼진기의 전원전압 약  $7\%$  변화당 칼진 주파수는  $10^{-6}$  정도 변동 한다.

이상과 같이 시작 칼진기를 통한 칼진기의 특성을 조사하였다. 오랫동안 책임 연구관이 공백기간과 불충분한 여러조건으로 만족한 결과가 못되었음을 심히 유감스럽게 생각하며 이상으로 끝맺고져 합니다.