

무선국 검사용 측정장비 교정방법 연구

김상용·정필영

요 약 문

1. 제목 : 무선국 검사용 측정장비 교정방법 연구

2. 연구의 목적 및 필요성

첨단 전파 산업 및 고도 전파통신 기술 발달로 고성능 및 고신뢰성을 지닌 고가의 다양한 측정기종이 최근 생산되고 있으며 이들 측정기를 확보한 무선국이 날로 증가하고 있는바 현재 각 체신청 및 무선국 관리 사업단에서 사용하고 있는 무선국 검사용 측정기에 대한 당소 교정업무를 수행함에 있어 보다 고안정,고신뢰성 확보를 위한 새로운 측정기 교정법에 대한 연구가 요구되고 있음.

3. 연구의 내용 및 범위

- 가. 국내 검사기관 측정장비 현황 및 교정기관 조사
- 나. 국내 교정검사 관리 규정 및 교정기술 조사
- 다. 교정시스템의 정확도와 안정도 유지 방법 연구

4. 연구결과

국내 교정검사 기관의 교정검사 현황, 교정방법, 각청별 측정기 현황 및 교정상태를 조사하였으며 현 교정시스템의 정확도와 안정도 유지에 따른 기술적 사항을 고려하였다.

첨단 교정장비의 개발과 함께 측정기 교정의 시간 및 주파수에 대한 정확도와 안정도를 유지함으로써 교정업무의 기초 자료로 활용코저함.

5. 연구의 기대성 및 활용방안

- 가. 무선국 검사용 업무의 신뢰성 확립
- 나. 무선통신 장비의 성능 향상에 기여
- 다. 측정장비의 정확도 및 안정도 유지

목 차

제 1 장 서 론	110
제 2 장 측정기의 개발 동향 및 교정현황	110
1. 측정기의 개발동향	110
2. 측정기 교정검사 현황	111
3. 각청별 무선국 검사용 측정기 현황	112
제 3 장 시간 및 주파수 개요	113
1. 시간	113
2. 주파수 발생기	114
제 4 장 주파수의 정확도와 안정도	116
1. 정확도의 일반적 의미	116
2. 안정도의 일반적 의미	116
제 5 장 교정내용 및 교정방법	117
1. 상대 주파수	118
2. 장기 주파수 안정도	118
3. 교정에 필요한 장비	119
제 6 장 주파수 측정기의 교정	120
1. 측정	120
2. 시스템 구성	120
3. 교정방법	120
제 7 장 단기안정도 자동측정 시스템	121
1. 개요	121
2. 시스템의 구성도	122
제 8 장 결 론	123
제 9 장 참고문헌	123

제 1 장 서 론

과학기술과 산업기술의 고도화에 따라 통신기기 이용이 세계적으로 날로 증가 추세에 있으며 첨단 측정기술 개발이 필요한 현시대에 시간 및 주파수 분야의 측정에 대한 정확도(Accuracy)와 안정도(Stability)가 요구된다.

시간 및 주파수의 이용도가 증가함에 따라 이것을 정확히 측정해야할 필요성도 증가하고 있다. 그런데 측정으로 얻은 결과는 측정장비가 갖는 정확도 보다 결코 좋을수가 없기 때문에 정확한 측정을 위해서는 보다 정확한 측정 장비가 필요하고 정확한 장비라 할지라도 장비의 특성에 따라 수시로 표준과 비교하여 교정하는 것이 필요하다.

정밀 정확도는 섬유 공업과 같은 경공업 생산체제에서는 그 중요성이 크게 인식되지 못하고 있으나 기계, 전자등의 분야에서는 이의 중요성이 절실히 요청되며 각종 계측장비의 높은 정밀도 유지와 정확한 교정기술은 첨단 산업의 발전을 촉진하고 있으며 정밀 계측 기술의 발전에 따른 필수적 과제이다. 따라서 측정기 교정의 정확도와 안정도 유지의 연구와 당소에서 보유 운용중인 세습 표준 주파수 원기 이용 극대화 및 자동측정 시스템에 대하여 연구하였다.

제 2 장 측정기의 개발동향 및 교정현황

1. 측정기의 개발동향

모든 산업에서 볼 수 있듯이 계측기기 산업에서도 반도체 기술의 응용은 피할 수 없다. 측정기기에 마이크로프로세서를 사용하여 수치보상이나 직선성등의 성능 특성을 개선하여 정밀정확도 수준을 향상시키고 있다. 자동 보정 및 자동 고장 진단등의 소프트웨어 프로그램을 개발하여 측정기기의 자율적 기능을 최대한으로 부여하여 사용자로 하여금 자유로운 기능의 선택과 측정 전후의 오차손실에 대한 불안감이나 실제적 오차 손실을 방지시켜 주고 있는 것이 현실이다. 아울러 측정방법에서는 비접촉 방법과 측정 데이터의 대량 전송으로 주로 광 응용 계측기기가 주류를 이루고 있다. 이것은 대량 정보를 real time 에서 전송할 수 있는 장점에서 비롯된 것으로 향후 광응용 계측기기의 시장성은 더욱 증가할 것으로 추정되고 있다.

또한 미세 단위를 측정할 수 있듯이 광응용 계측기기의 특징으로 반도체 및 재료 공학에서 부터 유전공학에 이르기까지 광범위하게 사용된다. 최근 고가의 장비로 취급되는 대부분의 시험측정기 및 검사장비는 바로 광응용 계측기기로 3차원 측정기 및 반도체 장비로 높은 가격으로 개발된다. 미국의 경우에도 86년 이후 년평균 4.4%의 계측기기의 생산증가 현상을 보이고 있는데 소형화로 휴대가 가능한 제품의 생산이 급격히 증가하고 있으며 전력,전압,전류,저항계

등을 소형 경량화하여 높은 증가율을 나타내고 있다. 그러나 전자,전기, 계측기기에 대한 신흥 개발국들과 가격 경쟁에서 불리한 미국은 그 수출이 감소될 것으로 예상되고 있는데 전자의료 기기, 회로분석기, 파형분석기등이 계측기기 전체 수출 물량의 약 62%를 점하고 있다.

최근 세계 각국의 전자 전기 계측기기의 수요는 급격한 증가 추세로서 년평균 10.7%의 높은 증가율을 보이고 있는데 이는 산업 설비 투자의 확대에 따른 제품의 품질 고급화를 위한 수요 증대로 나타나고 있다. 따라서 현 우리나라의 계측기기 개발은 이에 절반도 못미치는 현실이며 국내 개발이 큰 과제로 대두되고 있다.

2. 측정기 교정검사 현황

한국 산업의 보유 측정기에 대한 교정검사 실시율을 보면 교정검사를 주기에 따라 반드시 받아야 할 기준 기급 이상의 측정기기에 대한 교정 검사 실시율은 1988년도에 37.8%의 실시율을 나타냈으나, 1990년도에는 82%의 교정검사 실시율을 실현함으로써 교정검사의 실시에 대한 산업계의 인식이 크게 변화된 것으로 평가할 수 있다.

그러나 교정검사를 반드시 받아야 할 기준 기급의 계기중 25%의 주기적 교정검사를 받지 못한 상태에서 그대로 사용되고 있다는 사실에도 아직도 우리나라의 산업체의 상당수가 측정 에 대한 중요성을 인식하지 못한채 교정검사를 소홀히 하고 있어 이들 업체의 측정관리에 문제점으로 제기되고 있다.

이들 측정기에 대한 검.교정 실시기관 분포를 보면 산업의 전체 측정기중의 80%가 국가에서 지정한 교정검사 기관에서 교정검사를 받은 것으로 밝혀져 산업체 현장에서 품질관리를 위한 측정기기의 교정검사에 대한 관심이 고조되고 있다.

표 2-1은 지역별 교정검사 기관수이며 표 2-2는 기관 및 산업별 측정기 보유 현황이다.

지역 기관	서울	경기 인천	강원	충북	충남 대전	전북	전남 광주	경북 대구	경남	부산	제주	계
교정검사기관	8	17	1	2	4	1	3	6	12	4	1	59

(표 2-1) 지역별 교정검사 기관수

기관 및 산업	보유 계 기 수						비 고
	79	81	83	85	87	89	
교육 기관	35,209	-	63,440	84,636	-	-	
연구소 및 학술단체	3,611	-	7,483	9,645	-	-	
시험검사 기관	2,548	-	20,547	3,460	-	-	
정부부처 및 산하기관	2,138	-	4,041	4,079	-	-	
천체관측 기관	608	-	746	628	-	-	
방송 기관	135	-	-	38	-	-	
보건의료 기관	9	-	536	562	-	-	
발전 소	-	-	-	635	-	-	

(표 2-2) 기관 및 산업별 보유 현황

3. 각청별 무선국 검사용 측정기 현황

기 기 명	서울청	부산청	충청청	전남청	경북청	전북청	강원청
o Frequency Counter	5	6	3	4	4	3	3
o Watt Meter	8	5	6	5	3	4	3
o Spectrum Analyzer	2	2	1	2	2	1	2
o Oscilloscope	2	2	1	2	1	2	2
o Signal Generator	1	2	1	1	2	1	2
o Field Strength Meter	2	2	3	2	1	2	3
o Distortion Analyzer	2	2	1	1	1	2	1
o Vector Scope	1	1	1	1	1	1	1
o FM/AM Modulation Meter	2	2	1	1	1	1	2
o TV Demodulator	3	1	1	1	1	1	1
o 기 타	4	5	5	5	3	4	4

제 3 장 시간 및 주파수 개요

1. 시간

가. 태양시

시간 및 주파수는 7가지 기본 물리량(시간,길이,질량,온도,전류,강도,물질의 양)중 가장 정밀하게 측정할 수 있는 양이기 때문에 다른 기본 물리량을 측정하는데 이용되고 있다.

예를 들면 길이의 기본 미터가 "빛이 진공중에서 1/299,792,458초 동안 진행한 길이"로 정의됨으로써(1983년) 시간단위인 초가 길이 측정에 이용되고 있다. 이와 같이 중요한 시간의 단위를 1958년 이전에는 태양의 하루의 주기를 1년동안 평균하여 평균 태양일을 정의하였고 이 평균 태양일의 86,400분의 1을 평균 태양초로하여 사용하여 왔다.

나. 원자시

1976년에 열린 제13차 국제도량형총회(CGPM)에서는 시간의 기본 단위인 초의 정의를 세슘원자의 특성에 기반을 두어 정의하였고 1971년 제14차 국제도량형총회에서 원자시 척도를 승인하였고 1972년 이래로 원자시 척도는 세계 대부분의 나라에서 사용되고 있다.

다. 1초의 정의와 그 변천과정

1956년 이 전

평균 태양초
1초 = 평균 태양일의 86,400분의 1

1956년 - 1967년

역표시 초
1초 = 1956년 1월 0일 12시에 대한 태양년의 31556925.9747분의 1

1967년 이 후

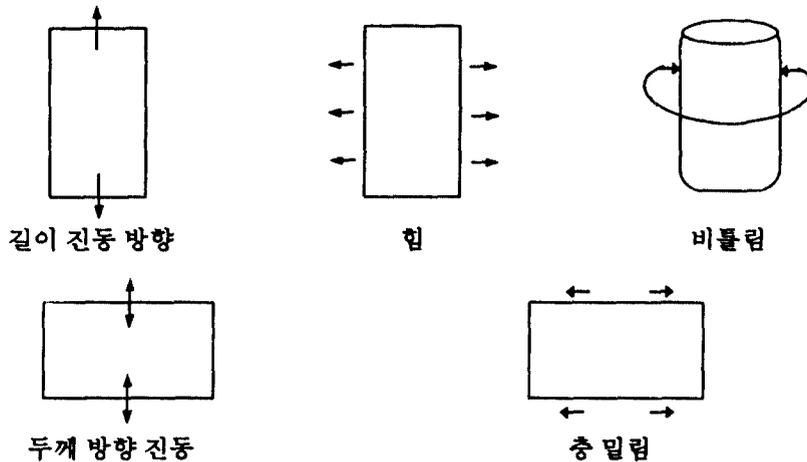
원자 초
1초 = 세슘133원자의 기저 상태에서 있는 두 초미세 준위간의 전이에 대응하는 복사선의 9,192,631,770기의 지속시간

2. 주파수 발생기

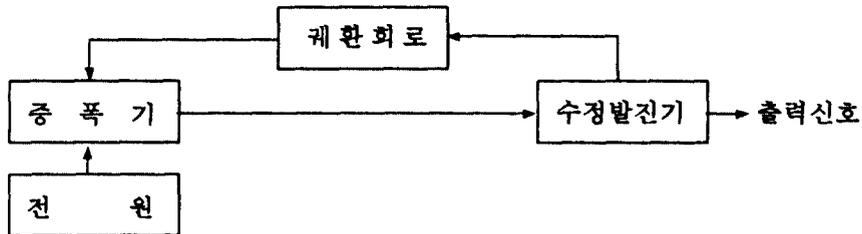
가. 수정 발진기

수정이 가지고 있는 압전효과(Piezoelectricity)를 이용하여 주파수를 발생시키는 장치이다. 수정 공진기의 공진주파수는 다음과 같이 길이방향의 진동, 비틀림, 두께방향의 진동, 충밀림 등과 같은 형태를 갖는다. 일반적으로 수정 결정의 두께가 얇아 질수록 공진주파수는 높아지는데 두께를 얇게 만드는 것은 한계가 있기 때문에 높은 주파수를 얻는데는 공진기의 배진동을 이용한다.

(그림 3-1) 수정 결정의 진동 모드



(그림 3-2) 수정 발진기의 회로도



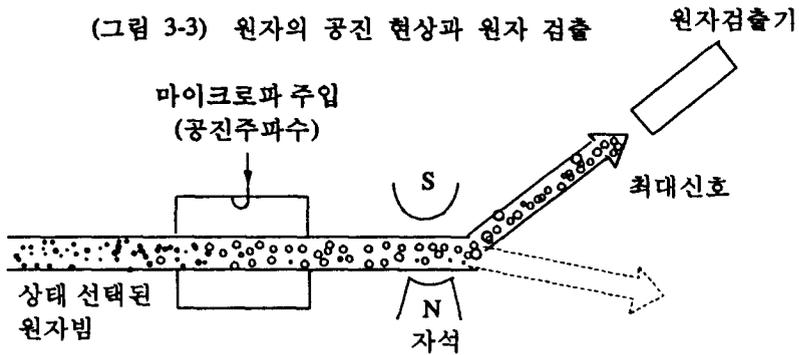
수정발진기는 온도변화에 따른 주파수변화가 작도록 하는 것과 경년변화가 작도록하는 것이다. 온도에 따른 주파수변화를 해결하기 위해 온도보상 수정발진기(TCXO)가 개발되기도 하였다.

수정공진기의 Q값은 대개 $10^4 - 10^6$ 정도이다. 높은 Q값으로 인하여 단기안정도는 아주 우수하다. 측정시간 1초에 대한 단기주파수 안정도는 10^{-11} 정도로 우수한데 장기주파수 안정도는 경년 변화로 인하여 측정 시간이 길어질수록 나빠진다. 이 때문에 수정발진기는 적어도 1년에

한번씩은 꼭 교정을 받아야 한다.

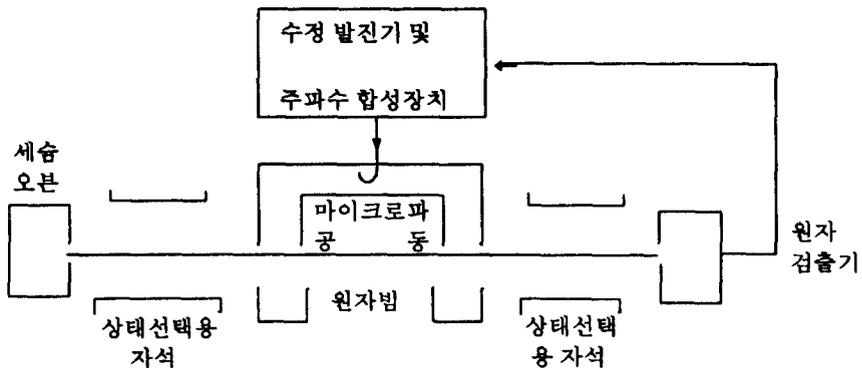
나. 세슘원자 시계

세슘원자 시계는 Cs^{133} 원자를 사용한다. 세슘원자 시계는 공진 주파수는 9,192,631,770Hz 인데 이 주파수는 기저상태에 있는 세슘원자의 두개의 특정한 초미세 준위 사이의 에너지에 해당하는 값이다.



세슘원자 시계의 주요 구성 요소는 세슘오븐과 상태 선택용 자석, 마이크로파 공동, 원자 검출기, 수정발진기를 포함한 주파수 합성장치로 되어 있다.

(그림 3-4) 세슘원자 시계의 구성도



상용 세슘원자 시계의 장기안정도는 10^{-12} 정도이고 정확도는 10^{-11} 정도이다.

상용 세슘원자 시계의 원자 빔관은 수명이 3년 정도이기 때문에 3년마다 교체해 주어야 한다.

제 4 장 주파수의 정확도와 안정도

1. 정확도의 일반적 의미

주파수 발생기가 원래 정해진 주파수와 그 출력 신호가 어느정도 일치하는가를 결정된다. 즉 이것은 주파수 발생기의 명목 주파수와 실제 발생 주파수와의 일치하는 정도에 의해 결정된다.

2. 안정도의 일반적 의미

일정한 주파수를 가진 안정된 출력 전압을 발생하는 주파수 발생기를 발진기(Oscillator)라 하며, 주파수 안정도란 이러한 발진기가 어떤 특정시간 동안에 같은 주파수의 값을 나타내는 정도를 말한다. 정현파를 발생하는 발진기의 안정도를 조사하기 위해서 임의의 시간 t 에서의 출력 전압을 다음과 같이 가정할 수 있다.

$$V(t) = [VO + \varepsilon(t)] \sin [2\pi \nu_0 t + \vartheta(t)] \dots\dots (1)$$

여기서 VO 는 명목 최대 전압, $\varepsilon(t)$ 는 명목전압으로 부터의 시간에 따른 전압 변화량, ν_0 는 명목 주파수, $\vartheta(t)$ 는 명목 위상으로 부터의 시간에 따른 위상 변화량이다. π 는 $2\pi f$, $f = 1/T$ 이며 일반적으로 정밀 발진기의 경우에

$$\left| \frac{\varepsilon(t)}{VO} \right| < 1, \quad \frac{\dot{\vartheta}(t)}{2\pi\nu_0} < 1 \text{ 이다.}$$

식 (1)에서 이상적으로는 $\varepsilon(t)$ 와 $\vartheta(t)$ 가 모든 시간에 대해 "0"(Zero)이어야 한다. 하지만 실제로는 그러한 완전한 발진기는 존재하지 않는다. 그러므로 우리의 목적은 이러한 잡음 성분 $\varepsilon(t)$ 와 $\vartheta(t)$ 의 성질을 조사하는 것이다. 그러나 보통의 경우에 정밀 발진기에서는 $\varepsilon(t)$ 는 거의 무시할 수 있으므로 $\vartheta(t)$ 의 성질을 조사하는 것이 주파수안정도 측정의 주 목적이다.

주파수 안정도는 일반적으로 시간 영역 및 주파수 영역에서의 안정도로 표시할 수 있다. 여기서는 우선 주파수 안정도 측정에 필요한 기본 개념만을 다루고자 한다. 그러면 주파수의 변화가 위상의 변화와 어떤 관계가 있는지 살펴보면 주파수는 위상의 시간에 대한 변화율이므로 시간 t 에서의 주파수를 $\nu(t)$, 이때의 총 위상을 $\vartheta T(t)$ 라하면 식 (1)에 의하여 $\vartheta T(t)$ 의 시간에 대한 변화율 $\dot{\vartheta T}(t)$ 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\vartheta T(t) = 2\pi \nu(t)t = 2\pi \nu_0 t + \vartheta(t) \dots\dots (2)$$

$$\dot{\vartheta T}(t) = 2\pi \nu(t) = 2\pi \nu_0 + \dot{\vartheta}(t) \dots\dots (3)$$

그러므로 식(3)으로 부터 다음식을 유도할 수 있다.

$$2\pi v(t) - 2\pi v_0 = \phi(t) \dots\dots\dots (4)$$

$$v(t) - v_0 = \frac{\phi(t)}{2\pi} \dots\dots\dots (5)$$

식(5)에서 시간 t 에서의 주파수 변화량 $v(t) - v_0$ 를 $\delta v(t)$ 로 표시하면 발진기의 주파수가 명목 주파수 v_0 로 부터 벗어나는 정도를 나타내는 상대 주파수 변동 (Relative frequency fluctuation) $y(t)$ 는 다음과 같이 정의 된다.

$$y(t) = \frac{\delta v(t)}{v_0} = \frac{\phi(t)}{2\pi v_0} \dots\dots\dots (6)$$

또한 시간 t 동안의 발진기의 시간 변동 (Time fluctuation) $X(t)$ 는 $y(t)$ 를 이용하여

$$X(t) = \int_0^t y(t') dt' \dots\dots\dots (7)$$

로 쓸 수 있다. 그리고 주파수의 측정에 있어서 어떤 한 순간의 주파수를 측정하는 것은 불가능하므로 시간 t 에서 $t+\tau$ 동안 즉 측정시간 (Sample time) τ 동안의 평균 상대 주파수 $\bar{y}(t, \tau)$ 는

$$\bar{y}(t, \tau) = \frac{X(t+\tau) - X(t)}{\tau} \text{ 이 된다.}$$

제 5 장 교정내용 및 교정방법

주파수 측정기 및 주파수와 관련된 전자기기(Oscilloscope, Timer, 주파수 합성기등)에는 타임 베이스(Time base)라 불리는 주파수 발생기(Crystal Oscillator, RC tank 회로등)가 들어있다.

교정이란 타임베이스(또는 발진기)의 발진 주파수를 가능한 범위내에서 명목 주파수에 맞도록 정확히 조정하고, 이것의 정확도 및 안정도를 측정하는 것이다. 조정으로 발진 주파수의 정확도는 높일 수 있다. 그러나 안정도는 발진기 자체가 가지고 있는 특성에 의해 결정되는 것이므로 조정으로 변화시킬 수 없다.

타임베이스의 정확도는 상대주파수(Relative frequency)로 표시되며 안정도는 단기안정도와 장기안정도로 표시된다. 우수한 주파수 발생기 일수록 상대 주파수 및 안정도는 작은 값을 갖는다.

1. 상대 주파수 (Relative Frequency)

어떤 주파수 발생기의 실제 발진주파수(f)와 명목주파수(f_0)의 차이를 상대적으로 나타내는 양으로 주파수 발생기의 정확도를 표시하는 것이다.

일반적으로 상대주파수는 다음과 같이 정의된다.

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{f - f_0}{f_0}$$

2. 장기주파수 안정도

단기주파수 안정도가 발진기의 주파수 변동폭(표준편차)을 나타내는 것이라면, 장기주파수 안정도는 주파수가 변화한 양을 나타내는 것이다.

일반적으로 장기주파수 안정도는 하루나 한달, 일년 동안에 변화되는 주파수로서 표시되는데 예를들어 한달전에 상대주파수 5×10^7 이었던 발진기가 현재 5×10^6 이라면 이 발진기의 장기 안정도는 다음과 같이 얻어진다.

$$\text{장기안정도} = \frac{|y_2 - y_1|}{\text{month}} = \frac{|5 \times 10^6 - 5 \times 10^7|}{\text{month}} = 4.5 \times 10^6 / \text{달}$$

이 발진기는 출력 주파수가 10MHz 이었다면 1년동안의 주파수 변화량은 다음 계산으로 예측할 수 있다.

$$4.5 \times 10^6 / \text{달} \times 12 \text{달} / \text{년} \times 10 \text{MHz} = 540 \text{Hz} / \text{년}$$

즉 이 발진기는 1년 동안 540Hz 정도 변화된다. 이 장기주파수 안정도는 주파수 발생기의 경년 변화가 주 원인이 되어 발생하기 때문에 이것을 경년변화율(Aging rate)이라고도 한다.

3. 교정에 필요한 장비

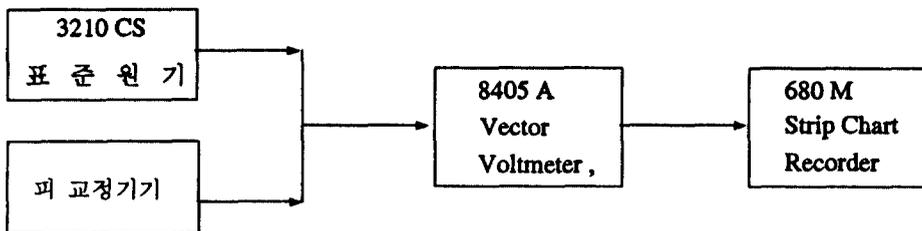
	장 비 명	비 고
주 파 수 표 준 기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세슘원자 주파수 표준기 (Cesium Atomic Frequency Standard) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 범위 : 5MHz, 1MHz, 100MHz ○ 장기안정도 : 10^{-12} / year 이내
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 루비듐 원자 주파수 표준기 (Rubidium Atomic Frequency Standard) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 범위 : 5MHz, 1MHz, 10MHz ○ 장기안정도 : 10^{-11} / month 이내
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정밀 수정 주파수 발진기 (Precision Quartz Crystal Oscillator) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 범위 : 5MHz, 1MHz, 10MHz ○ 장기안정도 : 10^{-9} / day 이내
주 파 수 측 정 장 비	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주파수 측정기 (Electronic Counter) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 범위 : 0-100MHz ○ 외부기준 주파수 입력 가능
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 오실로스코우프 (Oscilloscope) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 외부트리거가 가능한 것
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주파수 비교기 (Frequency Difference Meter) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 범위 : 10^{-7} - 10^{-11}
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주파수 합성기 (Frequency Synthesizer) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 외부기준 주파수 입력 가능
기 타 사 항	<ul style="list-style-type: none"> ○ VLF 수신 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 표준 전파 신호 수신용
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 마이크로 컴퓨터 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 측정시간이 0.1S 이하나 100S 이상에서 안정도를 측정하는 경우에는 주파수 측정기와 컴퓨터를 인터페이스하여 자동 측정하는 것이 바람직하다.

제 6 장 주파수 측정기의 교정

1. 측정

측정시험은 4일 측정을 하되 마지막 2일 측정치로 상대 주파수 및 장기 안정도를 구한다.

2. 시스템 구성



3. 교정방법

- 가. 기준기인 3210CS표준원기의 주파수출력과 피교정기기의 출력을 8405A Vector Voltmeter 에 입력한다.
- 나. 3210CS 표준원기 주파수에 피교정기기의 주파수를 0에 가깝도록 교정한다.
- 다. 8405A Vector Voltmeter에서 나오는 출력을 680M Strip Chart Recorder 에 기록한다.
- 라. 기록된 Data를 갖고 상대 주파수 및 장기 안정도를 구한다.
- 마. 처음 2-3일간은 피교정기기가 안정하도록 조정을 하고 이때 값은 측정하지 않는다.
- 바. 다음 4일간 측정 [가 - 라 과정] 기록하는데 매시간 (1시간 이상 예열후) 실시하여 Data 를 구한다.
- 사. 위에서 얻어진 값에서 마지막 2일의 측정치로 각각 1일 상대 주파수를 구하고 그차를 비교하여 장기 안정도를 구한다.

$$(1) \text{ 상대 주파수 } Y = \frac{\sum_{i=1}^{\text{회수}} Y_i}{\text{측정회수}}$$

$$(2) \text{ 장기 안정도 } = \frac{(Y1 - Y2)}{1 \text{ day}} = Y / \text{day}$$

제 7 장 단기안정도 자동측정 시스템

1. 개요

특정 시간 τ 보다 작은 Sample time에 대한 안정도를 측정하기 위해서는 $1/\tau$ 보다 큰 주파수 대폭(Frequency band-width) 을 갖는 측정 장비를 갖추어야 하며, 주파수 안정도 측정에는, 가. 요구되는 짧은 시간을 τ 라 하면, $1/\tau$ 보다 큰 주파수를 측정할 수 있는 band-width를 가지고 있어야 하며,

나. 짧은 dead time(gate하는 순간에 놓치는 시간)을 갖는 계수기가 필요하고,

다. 일정한 τ 에 대하여 충분히 반복 측정 σ (Allan 변량의 제곱근)을 계산하여야 한다.

계수기의 측정이 Hz이며, σ 의 차원도 Hz이다.

라. 측정된 안정도 값을 사용된 주파수로 나누어 표시하며, 예를 들면 5MHz 주파수로 측정된 안정도 $\sigma \Delta f = 10\text{Hz}$ 는 $\sigma \Delta f/f = 2 \times 10^{-6}$ 으로 표시된다. $\sigma \Delta f/f$ 는 무차원으로서 측정시의 주파수에 무관하여 다른 주파수에 대해서도 적용된다.

마. 처음 발생 주파수의 안정도는 합성(Mixer)이나 새로운 주파수로 바꾸는 경우 주파수 발생기의 안정도는 불변한다. 주파수 안정도는 Sample Variance 를 기초로 하였으며, 시간 영역에서의 주파수 안정도는 다음과 같이 정의한다.

$$\langle y^2(N, T, \tau) \rangle \equiv \left\langle \frac{1}{N-1} \sum_{n=1}^N (\bar{Y}_n - \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \bar{Y}_k)^2 \right\rangle \dots\dots\dots (1)$$

N : 데이터 갯수

T : 데이터 측정 주기 (Gate Time)

$\langle g \rangle$: 무한 시간 평균

식 1은 Y의 allan variance라 하는데, Y가 무차원이므로, $N \rightarrow \infty$ 일때 의미있는 극한값으로 수렴하기 어렵고 실제로 N은 무한대로 증가시키는 것이 불가능하므로 N, T 값을 지정하여야 한다. 따라서, 식 1을 IEEE sub-committee에서 추천한 $N = 2$, $T = \tau$ (측정시 dead time이 없는 경우) allan variance ($\delta y^2(\tau)$)는

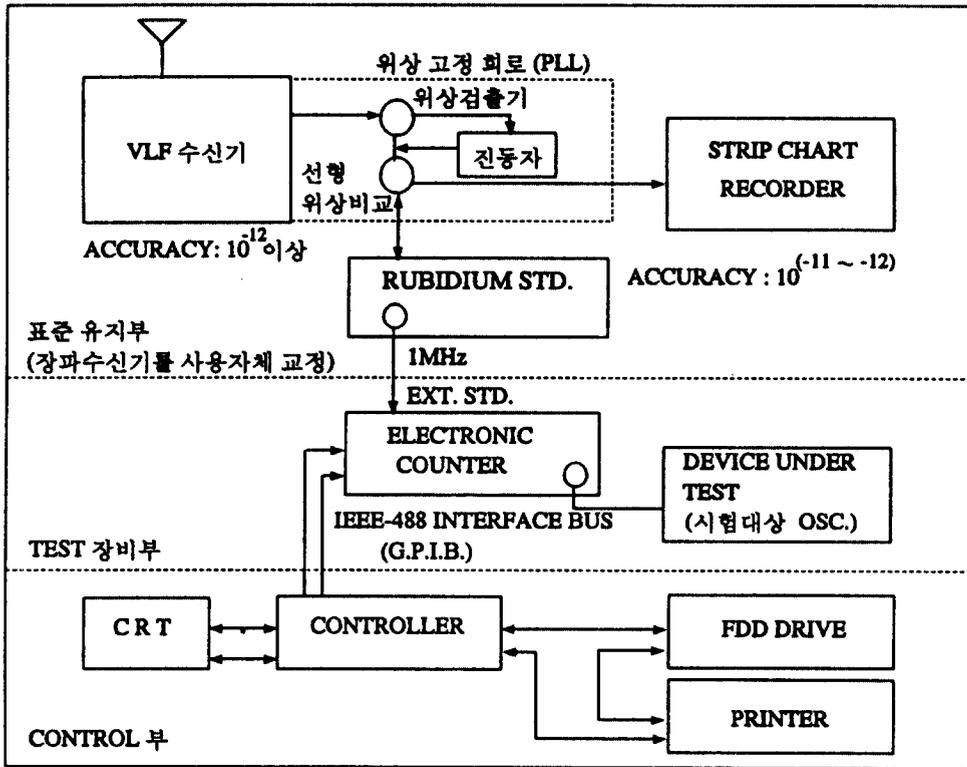
$$\begin{aligned} \delta y^2(\tau) &= \langle \delta y^2(N=2, T=\tau, \tau) \rangle \\ &= \left\langle \frac{(\bar{Y}_{k+1} - \bar{Y}_k)^2}{2} \right\rangle \\ &\simeq \frac{1}{2(M-1)} \sum_{k=1}^{M-1} (\bar{Y}_{k+1} - \bar{Y}_k)^2 \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

로 정의되며, M은 측정된 \bar{Y}_k 의 갯수이다. (M : 300EA 정도일 때 오차는 6% 임)

2. 시스템의 구성도

가. 구성도

컴퓨터, G.P.I.B. I/O, 장파수신기를 이용 자체 기본발진기를 주기적으로 Cross Check하여 자체 표준을 유지하였으며, 컴퓨터로 디지털 계수기를 리모트 콘트롤(G.P.I.B. BUS사용)하여 단 기간정도를 측정할 수 있게 구성하였다.



(그림 7-1) 주파수의 자동 측정 시스템 구성도

나. 구성 개요

- (1) 프로그램 작성은 Gate Time(T) 4개(100ms, 1s, 10s, 100s) 를 설정하였고, 필요한 경우는 사용목적에 따라 수정 사용하여야 하며,
- (2) 사용장비의 Interface, Option의 Command를 참조 Trigger Level(계수기의 Input Sensitivity Level 설정)을 적정하게 하여야 한다. 일반적으로 측정하고자 하는 Oscillator 의 출력 Level이 MIN(5mV) - MAX(3V)까지 다양하므로 장비 보호상 Trigger Level은 측정 용도에

따라 변경 사용하여야 한다.

- (3) 계수기의 EXT. OSC. INPUT에는 별도의 REF. Oscillator(Accuracy 10^8 이상)을 사용하는 것이 정밀 측정시 요구되나 보유하고 있지 않는 경우에는 계수기의 INT. Oscillator를 사용하되, 10^9 이상을 사용하고 그 이하는 안정도 시험의 경우 정확도가 떨어진다.
- (4) 콘트롤러 사용은 8bit, 16bit 이상 사용이 가능하며, 사용 언어는 BASIC, FORTRAN, COBOL등을 사용할 수 있으며 콘트롤러부의 사용 장비는 일반적으로 IEEE-488 Interface bus가 있으면 활용이 가능하다.

제 8 장 결 론

측정장비의 교정업무는 일반 통신기기의 정밀측정에 대하여 정확도와 안정도를 유지하는데 필수적인 업무이므로 무선국 검사, 전파감시, 산업체, 연구소등 측정시설을 보유하고 있으나 검.교정에 대한 미 인식등으로 장비의 구입 이후 주기적인 정밀 교정없이 통상적으로 사용되어 오고 있는 실정이다. 이에 따라 통신기기의 다종, 다양화됨에 따라 무선국이 날로 증가 추세에 있으며 통신기기 개발에 있어서 더욱더 정밀계기가 많이 이용되고 있다.

당소에 운용하고 있는 시간 및 주파수 계량분야의 CS133 세습 주파수 표준원기를 보유하고 있지만 주파수 부분만을 교정하고 있으나 업무를 더욱 확대하여 무선국 검사용 및 산업체의 정밀장비등 모든 장비에 대하여 교정할 수 있도록 업무의 활성화에 노력하고 첨단 정밀 검.교정 장비를 설치 보유하여 새로운 검.교정 업무를 할 수 있도록 많은 연구가 필요하다.

제 9 장 참 고 문 헌

1. 국가 교정검사 관리 규정 (공업진흥청 고시 제84 - 49호)
2. 주파수 측정기의 교정절차 (국가 교정검사 협의회 : KASTO-EL-1-86)
3. 국가 교정검사 기관 평가기준 (한국표준연구소)
4. 정밀측정 표준 실태 조사 보고서 (한국표준연구소 : KSRI-91-58-1R)
5. 전파연구소 교정 지침서