

TV-7, TV-10의 사용법과 교정 및 수리 (2020.04.24개정)

HL1FB 이용석 (연세대 전기전자과 은퇴교수, yonglee@yonsei.ac.kr,

공일공-칠236-2872)

우리 주변에서 쉽게 구할 수 있는 진공관 시험기(tube tester)는 군용으로 만들어진 TV-7 계열이다. 1940년대에 생산된 I-177을 기초로 1950년대에 Hickok사에서 설계되어 TV-7/U, TV-7A/U, TV-7B/U, TV-7C/U, TV-7D/U가 생산 되었는데 TV-7D/U이 가장 최신형이고 가장 많이 생산되었다. 이 모델은 아주 높은 transconductance(Gm, 단위 micromho)의 진공관을 측정할 수 있도록 FUNCTION SWITCH에 F RANGE(거의 사용 안함)가 추가되어 있고 측정 시 기생발진(parasitic oscillation)을 방지하기 위하여 모든 진공관 소켓의 배선에 ferrite bead(고주파 filter)가 입혀져 있다. 그 외는 TV-7B/U와 거의 동일하다. 최초 모델인 TV-7/U는 회로에 가변저항보다 대부분 고정저항을 사용하여 교정이 어렵다. 교정을 위해 저항 값을 바꾸려면 교환을 하거나 직렬 또는 병렬로 저항을 추가하여야 한다. TV-7C/U는 TV-7/U와 구조는 같고 캐나다에서 생산 된 것으로 알려져 있으나 세계적으로 드물다. 이외에는 전 모델의 성능은 거의 동일하다. **새로 장만 하려면 TV-7D/U나 TV-7B/U를 권 하고 싶다.**

TV-7계열은 1920년대부터 지금까지 생산된 진공관의 대부분을 측정할 수 있다. 그리고 아마추어무선 통신장비의 출력관으로 가끔 사용되는 6JB6, 6JS6, 6HF5, 6LQ6, 6JE6등 compactron 진공관도 이 기사에 소개 된 compactron adapter를 사용하여 측정할 수 있다. Audio와 RF를 망라하여 가장 인기 있는 진공관 시험기가 바로 TV-7 계열이다. 소리전자나 Ebay등에서 진공관 거래 시 감도의 기준을 대부분 TV-7에서의 측정치로 표시하는 경우가 많아서 많은 진공관 애호가들이 어떤 tube tester보다 TV-7을 선호한다.

본인은 지난 20년간 TV-7 여러 모델을 소유하였고 수십대를 수리와 교정(calibration)을 하였다. 이 경험과 인터넷의 여러 사이트에서 찾은 자료를 바탕으로 TV-7의 모든 것을 정리하여 보았다. 독자 중에서 이 기사를 읽고 여러분의 경험에 의해 **추가하고 싶은 내용이 있으면 yonglee@yonsei.ac.kr로 보내주면 앞으로 개정하는데 많은 도움이 되겠다.**

그리고 비슷한 계열의 TV-3, TV-10 진공관시험기에도 이 기사에 적힌 내용 중 많은 부분을 적용 할 수 있다. 가끔 개정하여 www.soriaudio.co.kr->자료실->‘전세계 회로도’에 올려놓고 있다.

	TV-7	TV-10
Line fuse 1	81 (6.5V, 1A)	81 (6.5V, 1A)

Line fuse 2	사용 안함	1A 250V
Bias fuse	사용 안함	49 (2V, 0.06A)
Pilot lamp	47 (6.3V, 0.15A)	47 (6.3V, 0.15A)
Short lamp	NE45	NE51
Bias 가변저항	3K옴 권선저항(TV-3, TV-7, TV-10이 같음)	

TV-7 측정치의 정확성 판별

갖고 있는 TV-7이 정확한가를 판별하는 방법은 어떤 기준진공관을 측정하여 측정치가 기준값과 같은 지로써 판단하는 방법이 제일 쉬울 것 같다. Ebay에서는 여러 판매자가 기준진공관 세트를 \$75정도에 판매하고 있고 <http://www.alltubetesters.com/parts.htm> 에서도 6L6을 기준진공관(\$50+송료)으로 판매하고 있다. 본인도 기준진공관(6L6, 6AU6)을 판매하고 있다. 기준진공관은 신품 진공관 보다는 충분히 에이징(aging)이 된 중고 진공관이 더 안정적으로 적합하다.

TV-7 사용법

요점만 정리한 사용법의 순서는 다음과 같다.

- (1) TV-7의 전원 스위치를 켜 후 뚜껑에 달려 있는 data book에서 측정 하고자 하는 진공관의 측정 데이터를 찾는다. 예를 들어 6L6인 경우 **6.3 HS5-3481 23 -- D 3 25** 라고 되어있다.
- (2) **6.3**은 6L6의 히터전압인 6.3V를 나타내므로 TV-7의 FILAMENT VOLTAGE손잡이를 6.3에 맞춘다.
- (3) **HS5-3481**에서 **HS**는 FILAMENT손잡이의 위치를 나타내고 **5-3481**은 순서대로 GRID, PLATE, SCREEN, CATHODE, SUPPRESSOR손잡이의 위치를 나타낸다.
- (4) **23 --**는 BIAS와 SHUNT손잡이의 위치를 나타낸다. 그러므로 BIAS는 23, SHUNT는 -- 즉 어느 위치든 상관이 없다는 뜻으로 보통 0에 위치 시키면 된다.
- (5) FUNCTION SWITCH손잡이를 RANGE **D**에 위치 시킨다.
- (6) 6L6을 OCTAL소켓에 꼽은 후 (7)을 수행한다. 진공관이 가열 될 때까지 1분정도 기다린다. 7핀 또는 9핀 진공관의 경우는 꼽기 전에 TV-7의 뚜껑 오른쪽에 달린 핀을 곱바르게 펴주는 도구(pin straightener)에 꼽아서 구부러진 핀을 펴준 후에 측정소켓에 꼽는다. 이렇게 함으로써 소켓의 수명을 연장 시킬 수 있다. 그렇지 않으면 소켓이 쉽게 헐거워 질 수 있다.

(7) TV-7 패널 오른쪽 끝에 있는 8개의 단추 중 제일 아래에 있는 LINE ADJ. 단추를 누른 상태에서 패널 왼쪽 아래에 있는 LINE ADJUST 손잡이를 돌려 메터의 바늘이 중간인 60(LINE TEST)에 오도록 조정한다. 이렇게 하는 이유는 입력교류전압(최소93V에서 최대 125V 50-60Hz)의 변화에 따른 오차를 최소화하기 위함이다.

(8) 마지막으로 3 25란 패널 오른쪽 끝의 3번 단추를 눌렀을 때 메터가 최소 25이상을 지시해야 사용 가능하다는 것을 말한다. 위의 (1)-(7)과정에서 손잡이를 잘못 위치 한 상태에서 단추를 누르거나 잘못 다른 단추를 누르면 진공관 또는 TV-7이 고장 나거나 휴즈가 끊어질 수 있으므로 주의 하여야 한다. 그러므로 이 단계에서 단추를 누를 때는 **잠깐 순간적으로 눌러서 이상여부를 체크한다.** 잠깐 눌렀을 때 휴즈가 아주 밝게 불이 들어오거나 메터바늘이 빠르게 최대치(full scale)를 가르치거나 하는 것은 손잡이를 잘못 위치시켰거나 내부 전극의 합선 등으로 과전류가 흐르는 것이므로 즉시 중지한다. 이상이 없으면 다시 길게 눌러 메터의 지시치를 읽는다. 단추를 눌렀을 때 휴즈가 약간 붉게 불이 들어오는 것은 정상이다.

*****TV-7이나 Hickok계열의 많은 진공관시험기들은 휴즈로 일반 원통막대기형이 아니고 불이 들어오는 램프를 많이 사용 하는데 그 이유는 위와 같이 무언가 잘못되었을 때 밝게 불이 들어와 사용자가 즉시로 알 수 있도록 하여 기기를 보호하기 위함이다.*****

메터의 지시치를 진공관의 감도의 단위인 Gm(transconductance, mho)로 읽으려면 다음과 같이 곱하면 된다.

RANGE	Micromho(Gm)
B	X25(곱하기 25)
C	X50
D	X125
E	X250(드물게 사용함)
F	X500(거의 사용안함)

예를 들어 6L6의 경우 RANGE D에서 40를 지시한다면 $40 \times 125 = 5000$ micromho이다.

(9) 추가적으로 진공관 내부의 전극 간에 합선(short)여부를 시험하려면 FUNCTION SWITCH 손잡이를 SHORTS 1,2,3,4,5로 돌리면서 정지상태에서 SHORTS 네온램프에 불이 들어오면 내부합선이 된 것이다. 이때 손잡이를 돌리는 사이에 잠깐씩 불이 들어오는 것은 정상이다.

(10) 진공관의 내부는 진공인데 가끔 공기가 새어 들어가는 경우가 있다. TV-7 data book의 앞부분에 gas test방법이 다음과 같이 설명되어 있다. 위의 (1)-(9)의 과정을 거친 후 4-GAS 1 단추를 누른 상태에서 BIAS를 돌려서 메터가 10을 지시하도록 한다. 4-GAS 1을 누른 상태에서 5-GAS 2를 눌렀을 때 메터 바늘이 1 이상 위로 움직인다면 공기가 들어 갔다고 봐야 한다.

** 진공관을 측정한 후 측정치를 데이터북에 기록해 놓는 것은 좋은 습관이다. 예를 들어 6L6의 사용가능 최소치는 25이지만 본인의 경험에 의하면 신품 6L6은 45정도를 지시한다. 그러므로 어떤 6L6이 30 정도를 지시한다면 사용은 가능하지만 새것 같지는 않다는 것을 알 수 있다. 또한 중고지만 45정도를 지시 한다면 거의 새것과 같다는 것을 알 수 있다.

**아래 교정(8)는 몇가지 대표적인 진공관의 실제 측정값을 보여 주고 있다.

TV-10 사용법

위의 TV-7과 같으나 6L6의 경우

TV-7은 6.3 HS5-3481 23 -- D 3 25

TV-10은 6.3 JR5-3472 23 -- D P3 3150 로 세팅한다.

6L6의 TV-7의 최소사용가능치 25는 D range에서 $25 \times 125 = 3125$ (micromho)에 해당하므로 TV-10의 최소사용가능치 3150과 거의 같다. TV-7은 Gm(상호컨덕탄스, mutual transconductance) 값을 직접 나타내기 보다 0-120의 눈금으로 나타낸다.

TV-7, TV-10으로 Matching된 진공관 찾기

오디오 앰프의 출력단에서 많이 사용하는 Push-pull (pp) 회로에서는 매칭된 진공관을 사용해야 음질이 좋다고 한다. 매칭은 교류적(AC)매칭과 직류적(DC)매칭으로 나누어 생각할 수 있는데 TV-7, TV-10은 Gm(Transconductance)를 측정하므로 교류적인 매칭만 가능하다. 본인 경험에 의하면 TV-7으로 6L6진공관을 매칭된 것을 선별하여 실제 6L6 pp회로에 사용해보니 캐소드 전류가 최대 30%까지 차이 나는 것을 경험하였다. 이렇게 차이가 나면 출력트랜스의 1차코일에서 각 플레이트로 흐르는 직류전류가 다르므로 출력트랜스의 코어가 자석화가 되어서 저주파특성이 떨어진다고 한다. 전류가 같을 때는 자석화의 극성이 달라서 상쇄되어 자석화가 최소가 된다.

TV-7, TV-10은 군사용으로 오디오보다는 군에서 사용하는 통신장비의 진공관을 주로 측정하기 위해서 개발 되었다. 그러므로 직류적 매칭을 위한 플레이트나 캐소드전류의 측정이 불가능하다. 민수용인 Hickok사의 민수용 모델들(539등)은 직류전류의 측정이 가능하므로 매칭 면에서는 유리하다.

교정(Calibration) 준비

다음은 TV-7 계열의 군용메뉴얼 TM11-6625-274-35의 교정절차와 본인의 경험에 의한 교정 방법을 정리해 놓은 것이다.

아래에서 대부분 저항들의 위치는 내부 샤프에 적혀져 있다. 또는 아래 인터넷 사이트에서 매뉴얼을 다운 받던지 또는 www.soriaudio.co.kr->자료실->‘전세계회로도’에 본인이 올려놓은 TV-7 매뉴얼의 회로도를 보면서 교정하는 것도 좋은 방법이다.

아래 교정 절차 중 아무리 교정을 해도 규격전압 이내로 교정이 안 되면 진공관 또는 저항등 부품의 불량 때문 일수가 있다. 가변저항은 오랫동안 돌리지 않아서 내부에서 접촉 문제가 있을 수 있다. 그러므로 **조정 직전에 좌우로 끝에서 끝까지 수십번 돌려서 접촉부분을 닦아서 접촉문제를 해결한다.**

원래 매뉴얼에 나와 있는 교정절차는 군용 TS-352 아날로그식의 전압계를 사용 하도록 되어 있으나 요즘에는 구할 수 없으므로 전압측정은 디지털 전압계를 사용한다. 아래 (1)-(3) 과정에서 측정하는 전압은 교류도 직류도 아닌 맥류이다. 맥류란 교류가 정류관을 통과한 후 LC 필터를 거치기 전의 전압 파형이다. 이 구형파(sine wave)의 반쪽인 맥류를 직류전압계로 측정하므로 오차가 있을 수 있다. 본인은 Fluke사의 8024B를 사용 하였고 대부분의 다른 회사의 측정기로도 같은 전압측정치를 얻었으나 HP3466으로는 10%이상의 오차를 보였다. 그러므로 교정과정에서 아무리 조정해도 원하는 전압치를 얻을 수 없으면 전압계를 바꿔 보는 것도 한 가지 방법이다.

교정 전에는 파넬의 모든 고정나사를 풀어서 다음 사항을 체크한 후 시작한다.

- **내부의 83, 5Y3 진공관의 불량여부를 테스트한다. 이 정류관들은 양파 정류관이므로 진공관마다 두 개의 측정치가 있다. 측정 원리상 가능한 한 이 두 개의 측정치가 같은 것이 좋으므로 83은 5이상 5Y3은 100이상 차이가 나는 것은 사용 하지 않는 것이 좋다.
- **아래 수리(1), (2), (6), (13)의 과정을 거친 후에 교정을 시작한다.
- **모든 손잡이를 끝에서 끝까지 돌리며 파넬의 표시와 일치 하는지 확인 한다.
특히 BIAS와 SHUNT는 왼쪽 끝(시계바늘 회전 반대 방향)까지 돌렸을 때 0에 정확히 일치 하여야한다.

**휴즈는 81번 전구(6.5V 1A)가 맞는지 확인한다. 흔히 자동차용 12V 전구를 사용하는데 오차가 발생할 수 있다.

**메터는 아래의 수리(8)과 같이 영점(zero point)를 맞춘 후 시작한다.

TV-7 교정

(1) LINE ADJUST 교정

110V의 전원을 넣고 30분정도 켜놓은 후 교정을 시작한다. LINE ADJ. 단추를 누른 상태에서 LINE ADJUST 손잡이를 돌려 보면 최소 43정도에서 최대 73정도까지 변화하면 정상에 가깝다.

교정을 하려면 (HS5-3460, BIAS=0, SHUNT=0, FILAMENT VOLTAGE=6.3, FUNCTION SWITCH=B)에서 OCTAL 소켓의 6번(-)과 3번(+) 핀 사이에 375K 저항을 연결한 후 저항 양단의 DC전압(PLATE 전압)을 측정하면서 MUT. COND.를 눌렀을 때 150V +-3V가 되도록 LINE ADJUST 손잡이를 돌려 조정한 후 LINE ADJ.를 누른 상태에서 메터가 60을 지시하도록 R134(TV-7B/U, TV-7D/U 내부의 가변저항)를 조정한다. 원래는 군용 아날로그식 메터인 TS-352(1k옴/V)를 사용하여 150V +-3V에 맞추도록 군용 매뉴얼에 설명되어 있으나 입력 임피던스가 무한대에 가까운 디지털메터는 375K옴을 병렬로 사용하여 150V +-3V에 맞추면 같은 결과가 된다.

TV-7/U과 TV-7A/U에서는 R134가 없으므로 60이하를 지시하는 경우 R124(245K 고정저항)와 병렬로 저항(500k-5M 정도)을 넣어서 저항 값을 낮추거나 60이상을 지시 하는 경우는 CR101과 병렬(R123, R125와 병렬)로 저항(10K-100K 정도)을 연결한다. 사용된 대부분의 저항은 탄소저항(carbon resistor)이므로 오래 사용하여 저항치가 커졌을 것이다. 그러므로 대부분의 경우 저항값을 낮추기 위하여 병렬로 저항을 넣는다.

위와 같이해도 조정이 안되면 회로(그림 2)에 이상이 있는 것 이므로 R123(1K 고정저항), R125(1K 고정저항) 또는 CR101 산화구리(copper oxide) 다이오드를 점검한다. 이 R123과 R125는 노화되어 저항값이 훨씬 더 커져 있는 경우가 많으므로 필요하면 교환한다. 산화구리 다이오드는 1950년대까지 정류용으로 많이 사용되었으나 1960년대 이후는 실리콘 다이오드로 대체 되었다. 오래된 장비들은 대개 저항 값이 커져서 교환하거나 병렬로 저항을 넣어서 저항값을 낮춰야 하는 경우가 많다. 노화 된 CR101은 쉽게 구할 수 있는 실리콘 다이오드 1N4007(1000V, 1A)으로 교환 한다. 교환 시에는 FUNCTION SWITCH의 3번째 wafer와 누름단추 사이에 그림 1과 같이 다이오드를 연결한다. 교환 후 R124와 병렬로 2메가옴 정도의 저항을 병렬로 연결해야 R134로 LINE ADJUST를 할 수 있다(TV-7B,D 경우).

아래 모든 교정 절차는 수시로 LINE ADJUST가 된 상태(위의 사용법(7))에서 측정, 교정을 해야 한다.

*****Hint***** 수십대의 TV-7계열을 교정 수리한 본인의 경험에 의하면 이(1)의 과정이 제대로 수행되면 많은 경우에 (2)와 (3)의 과정은 필요하지 않았다. 권선저항인 R130은 오래 사용해도 카본저항과는 달리 저항치가 잘 변하지 않기 때문이다. (2)와 (3)의 과정에서는 전압만 측정하여 규격이내 인 것을 확인 하였고 규격에서 약간 벗어나면 R130의 clamp를 조정하기 보다는 (1)의 과정에서 147-153V 이내에서 조정하여 (1),(2),(3)의 모든 전압을 규격 이내로 맞출 수가 있었다. R130의 clamp를 조정하다가 권선저항의 미세한 권선이 단락되는 경우가 자주 있다.

(2) BIAS 전압 교정

HS5-3460, BIAS=22, SHUNT=0, FILAMENT VOLTAGE=6.3, FUNCTION SWITCH=B에서 OCTAL 소켓 5번(-)과 6번(+) 핀 사이에 375K 저항을 연결한 후 저항 양단의 전압을 측정하면 $3V \pm 0.2V$ DC가 되어야 한다. 교정을 하려면 R130(TV-7A/U, TV-7B/U, TV-7D/U)의 clamp C의 위치를 조정한다. Clamp A, B, C는 R130(그림 3)에 있는데 조정할 때는 나사를 충분히 풀어서 움직일 때 저항표면이 굽혀서 단선이 되지 않도록 조심한다(****대단히 조심할 것!!**). 그림 3의 사진에 보면 잘 조정된 clamp A, B, C의 대략적인 위치가 나와 있어 참고할 수 있다. Clamp C가 적절히 조정되면 BIAS=50일때 $13.4V \pm 1V$, BIAS=75일때 $25.8V \pm 1V$, BIAS=100일때 $40V \pm 2V$ 가 되어야 한다. 이 (2)의 조정과정이 잘 안될 때는 사진에 나와 있는 잘 조정된 clamp A, B, C의 위치를 참고 하여 (2)과 (3)의 교정순서를 바꾸어 수행하면 해결 될 수도 있다.

TV-7/U의 경우는 clamp A를 조정 한다. TV-7/U는 R130에 clamp A, B만 있고 C가 없다. TV-7/U도 TV-7D/U와 마찬가지로 R130에서 clamp A는 바깥쪽(케이스에 가까운 쪽)에 있고 B는 안쪽(내부에 가까운 쪽)에 위치해 있다.

TV-7D/U에는 높은 transconductance(Gm)의 진공관을 측정 할수 있도록 FUNCTION SWITCH에 F위치가 추가되어 있고 R139는 F위치를 교정하기 위한 것이다. 교정하려면 HS5-3460, BIAS=75, SHUNT=0, FILAMENT VOLTAGE=6.3, FUNCTION SWITCH=F에서 OCTAL 소켓의 5번(-)과 6번(+) 핀 사이를 측정하여 2.7V DC (BIAS=100에서는 4.0V DC)가 되도록 R139를 조정 한다.

(3) SCREEN GRID 전압 교정

HS5-3460, BIAS=0, SHUNT=0, FILAMENT VOLTAGE=6.3, FUNCTION SWITCH=B에서 OCTAL 소켓의 6번(-)과 4번(+) 핀 사이에 375K 저항을 연결한 후 MUT. COND.를 누른 상태에서 저항양단의 전압을 측정하면 $130V \pm 3V$ DC가 되어야 한다. 이 전압이 되도록 교정을 하려면 R130(TV-7A/U, TV-7B/U, TV-7D/U)의 clamp A의 위치를 조정한다. 5Y3정류관이 불량한 경우 아무리 조정해도 $130V \pm 3V$ 까지 전압이 안 올라 갈수 있다. 이때는 5Y3을 교환 한다.

또한 MUT. COND.와 DIODE를 동시에 눌렀을때 $56V \pm 1.5V$ DC가 되어야 한다. 이 전압이 틀릴 경우 R130의 clamp B(TV-7/U, TV-7A/U, TV-7B/U, TV-7D/U)의 위치를 조정한다.

Clamp A와 B의 조정은 서로 영향을 주므로 순서를 바꿔서도 조정 해본다.

(4) 모의진공관 시험***이 과정에서는 50VAC가 필요한데 어려우면 기준진공관(reference tube)을 사용하는 다른 방법도 있다***

우선 전원코드를 뽑고 FUNCTION SWITCH를 SHORTS의 5에 위치시켜서 메터회로를 R113, R115와 격리 시킨 후 R113과 R115양단에 디지털 메타를 연결하여 조정하여 정확히 41.0옴으로 우선 맞춘다. TV-7/U의 경우는 R113과 R115가 41옴의 고정 저항이다.

다음 과정에서는 정확한 50VAC가 필요하다. HS5-3460, BIAS=0, SHUNT=0, FILAMENT VOLTAGE=6.3, FUNCTION SWITCH=B에 위치시키고 그림 4와 같이 50VAC전압을 10K 저항을 통하여 OCTAL 소켓의 3번과 6번 핀 사이에 가한다. 이때 MUT. COND.를 누르면 메터가 40 ± 0.5 을 지시하여야 한다. 메터가 거꾸로 움직이면 50V AC전압의 극성을 바꾼다. 이 과정에서 중요한 것은 50VAC 전압과 10K(1% 이내 오차) 저항 값이 정확 하여야 만 정확히 교정이 된다.

TV-7/U의 경우 교정을 하려면 41옴 고정저항인 R113(메터 지시값이 40.5 보다 높을 경우) 또는 R115(39.5보다 낮을 경우)에 병렬 저항을 연결하여 저항 값을 낮추어야 한다. 이 저항들의 위치는 TM11-6625-274-35의 33페이지 Figure 28에서 찾을 수 있다. TV-7/A, TV-7B/U, TV-7D/U에서는 가변저항인 R113 또는 R115을 조정한다.

이와 같이 교정 후에는 FUNCTION SWITCH가 B, D, E, F 위치에서 MUT. COND를 누르면 메터가 40 ± 0.5 을 지시하고 C위치에서는 20 ± 0.5 을 지시할 것이다. 만일 C위치에서 20 ± 0.5 를 지시하지 않으면 아래 (5)에서와 같이 R114를 조정 하여야 한다.

이 과정에서는 그림 4과 같이 차폐트랜스(isolation transformer)와 전압을 가변 시킬 수

있는 variac이 필요하다. 이것들을 구할 수가 없어서 본인은 여러 궁리 끝에 다른 TV-7의 필라멘트 전압을 LINE ADJUST로 조정하여 정확한 50V AC전압을 얻어서 사용하였다. 이 과정은 정확히 40 ± 0.5 로 조정하는 것이 중요하다.

50VAC는 일반 가정용 220VAC나 110VAC를 절연트랜스(isolation transformer) 없이 저항을 직렬로 연결하여 전압을 낮추어서도 얻을 수 있으나 이렇게 하면 가정용 전원선이 직접 TV-7의 케이스에 닿게 되어 감전의 위험성이 있으므로 **반드시 절연트랜스를 사용해야 한다.**

(5) FUNCTION SWITCH C, E, F의 교정

(1)-(4)에서는 B와 D를 교정 하였다.

C 교정: HS5-3481, BIAS=100, SHUNT=0 FILAMENT VOLTAGE=6.3, FUNCTION SWITCH=B에서 진공관 6L6을 꼽은 후 5분 이상 충분히 예열을 한다. LINE ADJ를 눌러서 메터가 60을 지시 하도록 조정한다.(이 과정이 다시 필요한 이유는 6L6에 의하여 부하 조건이 바뀌었기 때문이다) MUT. COND.를 누른 상태에서 BIAS를 조정하여 메터가 120을 지시하도록 한다. 본인의 경험으로는 이때 BIAS는 38정도가 되었다.

그리고 FUNCTION SWITCH=C에서 MUT. COND.를 누르면 메터는 60 ± 0.5 을 지시하여야 한다. 교정하려면 R114(280옴 고정저항)에 직렬(60 이하시) 또는 병렬(60 이상시)저항을 연결한다(TV-7/U경우). TV-7A/U, TV-7B/U, TV-7D/U의 경우는 R114(280옴 가변저항)을 조정한다.

E 교정: D에서 6L6을 측정한 후 FUNCTION SWITCH를 E로 맞춘 후 측정하면 D에서 측정치의 반(50%)이 측정 되어야 한다. 아래 수리(13)에 기술한 것과 같이 E의 신호전압(0.5VAC)은 D의 신호전압(1VAC)의 반(50%)이기 때문이다.

F 교정: 진공관을 꼽지 않은 상태에서 HS5-3460, SHUNT=0 FILAMENT VOLTAGE=6.3, FUNCTION SWITCH=F에서 BIAS=75 이면 핀 5, 6번사이가 2.7VDC이고 BIAS=100에서 4.0VDC가 되도록 R139를 조정한다. F는 TV-7D/U에만 존재하며 특수진공관을 측정하기 위한 것이다.

그리고 HS5-3460, BIAS=0, SHUNT=0, FILAMENT VOLTAGE=6.3, FUNCTION SWITCH=B에서 6K, 2W 저항을 OCTAL 소켓의 6번과 3번 핀에 연결한 후 MUT. COND.를 누르면 메터가 0 ± 2 를 지시해야 한다. 그렇지 않으면 메터 브리지회로가 불평형(unbalanced)이므로 측정치에 오차가 발생한다. 평형(balanced)시에는 전원을 끄고 FUNCTION SWITCH=A에서 옴메터로 재보면 R113와 R115가 거의 같은 값을 갖는다(41-44

옴). 이때 R113과 R115가 0.2옴 이상차이 나면 다시 교정하는 것이 바람직하다. FUNCTION SWITCH=A로 하고 재는 이유는 R113과 R115를 다른 회로와 차단시켜야 옴메터로 정확한 값이 재지기 때문이다.

(6) SHUNT 교정(정류관 측정 교정)

HS5-3460, BIAS=0, SHUNT=90, FILAMENT VOLTAGE=6.3, FUNCTION SWITCH=A에서 6K, 2W 저항을 OCTAL 소켓의 6번과 3번 핀에 연결한 후 MUT. COND.를 누르면 메터가 0+-2를 지시해야 한다. 교정을 하려면 R127(SHUNT 가변저항, 2련)의 안쪽(손잡이에 가까운 부분)의 뚜껑을 움직여야 한다. 이 뚜껑이 납땀질 되어 있기도 하고 바깥쪽 부분의 뚜껑을 나사로 눌러 놓은 모델도 있다. 땀질을 제거 하거나 나사를 풀어서 2련의 가변 저항이 따로 움직이도록 해서 교정해야 하는데 땀질을 제거하는 것은 본인의 경험에 의하면 어렵지만 가능하다. 이 SHUNT교정은 정류관 측정에 영향을 준다.

(7) SHORTS 스위치의 시험

HS5-3468, BIAS=0, SHUNT=0, FILAMENT VOLTAGE=6.3에서 100K 저항을 OCTAL소켓의 아래 핀 위치에 꼽고 FUNCTION SWITCH를 돌렸을 때 다음 위치에서 NOISE 램프가 켜져야 한다. 이 시험에서 이상이 있으면 FUNCTION SWITCH에 연결된 선이 끊어 졌거나 셀렉터의 접점이 불량일수 있다.

핀 위치	FUNCTION SWITCH 위치
4, 8	1, 2, 3, 4, 5
4, 5	2, 3, 4
4, 3	2, 3
5, 6	1, 2, 3, 5
5, 8	1, 5
5, 3	4
3, 8	1, 4, 5
2, 3	1, 2, 4, 5
2, 5	1, 2, 5
2, 4	1, 3, 4, 5
2, 8	2

(8) 대표적인 진공관의 예

다음은 오디오와 RF에서 많이 사용되는 진공관들의 실제측정치이다. 같은 진공관을 교정이 완료된 4대(TV-7/U 2대, TV-7A/U 1대, TV-7D/U 1대)로 측정하였다. 앞으로 교정시 마다 측정 자료를 추가 할 예정이다. ‘최소사용가능치’란 TV-7 data book상의 minimum 값이다.

정확히 교정하여도 장비에 따라 측정치에 차이가 있다. 그 이유는 내부의 부품 값의 차이와 교정시 허용오차에 기인 한다고 할 수 있다. 또한 본인 경험에 의하면 메터의 규격은 200 μ A full scale로 되어 있으나 실제로는 6% 까지 차이가 난다.

경험에 의하면 12AX7, 12AU7, 12AT7등 삼극관 신품의 경우는 보통 최소사용가능치보다 두배 정도의 수치가 측정된다. 5Y3, 5U4, 83등 정류관은 신품이 60근처의 수치가 측정된다.

5U4(RCA, 정류관)	실제측정치 56-68	최소사용가능치 40
5Y3(RCA, 정류관)	실제측정치 57-64	최소사용가능치 40
6AL5(RCA, 검파관)	실제측정치 45-54	최소사용가능치 40
6X4(General Electric, 정류관)	실제측정치 48-55	최소사용가능치 40
6L6(General Electric, 출력관)	실제측정치 40-47	최소사용가능치 25
6V6(RCA, 출력관)	실제측정치 94-106	최소사용가능치 46
6AU6(RCA, 고주파증폭관)	실제측정치 82-86	최소사용가능치 58
6SN7(RCA, 저주파증폭관)	실제측정치 95-115	최소사용가능치 50
12AX7(RCA, 저주파증폭관)	실제측정치 56-59	최소사용가능치 32

기준 진공관을 사용하여 TV-7을 교정하는 방법

위의 교정(4)에서는 50VAC를 사용하여 교정하는데 이것은 군용매뉴얼에 나와 있는 표준적인 방법이고 이 방법은 메터(200 μ A full scale)와 주변회로의 부품들이 정확 할 때는 이 방법도 정확하다. 그러나 경험에 의하면 메터는 최대 6% 정도까지 오차가 있으며 TV-7에 사용된 저항들은 원래는 고 정확도의 정밀저항이지만 오랜 세월에 노화되어 정확도가 떨어지는 경우가 있다. 그래서 Daniel Nelson이 고안한 방법으로 정확하게 Gm(transconductance)를 알고 있는 진공관을 기준으로 교정을 하는 것이다. 본인은

Daniel Nelson으로부터 기준진공관 3개 세트를 구입하여(6L6, 6AU6, 12AT7) 이것으로 교정을 하고 있다. 이것을 사용하여 교정하는 방법은 다음과 같다.

(1) 위의 교정(1), (2), (3)을 수행한 후 아래 순서로 교정한다.

(2) FUNCTION SWITCH를 SHORTS의 5에 위치시켜서 메터회로를 R113, R115와 격리시킨 후 R113과 R115양단에 디지털 메타를 연결하여 조정하여 정확히 41.0옴으로 맞춘다. (많은 경우에 41.0옴으로 맞추는 것으로 기준값이 측정된다. 이때는 아래 (3), (4), (5)는 확인만 한다.)

(3) 6AU6으로 측정하면서 R113을 조정하여 기준값으로 맞춘다.

(4) 6L6으로 측정하면서 R115를 조정하여 기준값으로 맞춘다.

(5) 위의(3),(4)단계는 서로 영향을 주므로 번갈아 가면서 수행하여 기준값으로 맞춘다.

(6) 위의 '교정(5) FUNCTION SWITCH C, E, F의 교정'을 수행한다.

본인은 주로 이 방법을 사용하여 교정하고 50VAC방법으로 최종 인증한다.

B range 기준용: 6AU6

D range 기준용: 6L6

TV-10D/U 교정

이하 교정 절차는 TV-10D/U 매뉴얼에 따른 것이다. TV-10, TV-10A/U, TV-10B/U, TV-10D/U등 여러 모델이 있으나 본인이 소유 하고 있는 TV-10D/U를 기준으로 작성 하였다.

(1) LINE ADJUST 교정

110V의 전원을 넣고 30분정도 켜놓은 후 교정을 시작한다. 교정을 하려면 (117 JR5-3460 00 00 B)에서 OCTAL 소켓의 2번과 7번핀 사이의 AC전압을 측정하면서 117볼트가 되도록 LINE ADJUST 손잡이를 돌려 조정한 후 LINE ADJ.를 누른 상태에서 메터바늘이 LINE TEST를 지시하도록 R126(내부의 가변저항)을 조정한다. 필요하다면 CR101 산화구리(copper oxide) 다이오드를 교환한다. TV-7과 마찬가지로 1N4007(1000V, 1A)으로 교환 하는 것을 추천 한다.

이와 같이 교정이 되면 OCTAL 소켓의 6번(-)과 3번(+) 핀 사이에 375K 저항을 연결한 후 저항 양단의 DC전압(PLATE 전압)을 측정하면서 MUT. COND.를 눌렀을 때 150V+-2V가 되어야 한다. 83정류관이 불량하면 전압이 낮게 나온다.

아래 모든 교정 절차는 수시로 LINE ADJUST가 된 상태에서 측정, 교정을 해야 한다.

(2) BIAS 전압 교정

(6.3 JR5-3460 100 00 B)에서 OCTAL 소켓 5번(-)과 6번(+) 핀 사이에 375K 저항을 연결한 후 양단의 전압을 측정하면 $40V \pm 1V$ DC가 되어야 한다. 교정 하려면 R132(TV-7의 R130과 같음)의 clamp A를 조정한다. 두 개의 clamp중 파벌에 가까운 것이 B이고 먼 것이 A이다.

(3) SCREEN GRID 전압 교정

(6.3 JR5-3460 00 00 B)에서 OCTAL 소켓의 6번(-)과 4번(+) 핀 사이에 375K 저항을 연결한 후 P3를 누른 상태에서 저항양단의 전압을 측정하면 $130V \pm 2V$ DC가 되어야 한다. P2와 P3를 동시에 누르면 $56V \pm 1.5V$ DC가 되어야 한다. 교정 하려면 clamp B를 조정한다.

(4) SIGNAL 전압 점검

(6.3 JR5-3460 00 00)에서 OCTAL 소켓 5번과 6번 핀 사이에 375K 저항을 연결한 후 양단의 전압을 측정하면 다음과 같아야 한다. BIAS=0 상태에서 측정한다.

RANGE B, C $5V \pm 0.2VAC$

RANGE D $1V \pm 0.1VAC$

RANGE E $0.5V \pm 0.05VAC$

수리(Maintenance)

다음은 TV-7 전 모델에서 가장 고장이 많은 나는 부분을 순위대로 나열하였다. 본인의 경험과 인터넷에서 자료를 찾은 것이다. 이중 많은 부분을 TV-10에도 적용 할 수 있다.

(1) TV-7의 PLATE, SCREEN, GRID 셀렉터에 47옴 고정저항(R102, 103, 104)이 1개씩 붙어 있는데 대부분 이 저항들이 타거나 겹은 말짱해도 수배 정도 까지 저항 값이 커져 있다. 전극이 short가 된 진공관을 시험하거나 또는 단추를 잘못 누르거나 해서 과전류로 과열된 것이다. 이 저항들은 바로 셀렉터에 붙어 있으나 구석에 있어서 잘 보아야 발견 할 수 있다. 이 저항들은 떼지 않고 저항을 측정하여도 정확한 값이 측정된다. 출력관 측정시에만 측정치가 낮게 나오는 경우는 대부분 이 47옴 저항이 타서 저항값이 증가하여 그런 경우가 많다.

(2) TV-7과 TV-10 메터의 바로 뒤에 메터와 병렬로 $100\mu F$ 15V의 전해 콘덴서가 연결되어 있는데 (그림 6,7) 수십년 전에 만들어진 전해콘덴서라 노화되어서 교환이 필요하다. 이 콘덴서가 불량하면 다음과 같은 증상이 자주 관찰 되었다.

- * 메터의 바늘이 갑갑할 정도로 천천히 움직이는 증상
- * 측정시 메터의 바늘 끝이 미세하게 떨리는 증상
- * 측정시나 line adjust시 메타 바늘이 올라가서 끝에서 머뭇거리다

다시 조금 더 올라가는 현상

(3) TV-7의 R130 (TV-10D/U는 R132)은 3개의 clamp가 달린 9.5K(TV-7A 일련번호 1201이상, TV-7B/U, TV-D/U) 또는 2개의 clamp가 달린 8.5K(TV-7/U과 TV-7A/U 일련번호 1200번이하)의 권선저항인데 권선이 끊어지는 경우가 자주 발생한다. 교정을 할 때 clamp의 나사를 충분히 풀어서 권선의 표면이 굽혀서 끊어지지 않도록 한다(****조심!!**). 그리고 나사를 지나치게 조이면 눌러서 권선이 끊어질 수가 있다. R130은 구하기가 대단히 어렵다. 끊어진 부분이 중간이 아니고 한쪽으로 치우쳐 있으면 좌우를 바꿔서 사용하면 끊어진 부분이 사용하지 않는 쪽으로 오도록 해서 수리 할 수 있다. 9.5K의 경우인 그림 3을 보면 clamp C 오른쪽은 사용 되지 않는다. 또 한 가지 방법은 끊어진 부분에 추가의 clamp를 위치시켜서 연결하는 것이다.

미국의 Daniel Nelson이 업체에 9.5K(3 clamp) 50개 정도를 주문하였는데 본인이 수입하여 몇 개를 보유 하고 있다. 9.5K짜리와 8.5K짜리 권선저항은 크기가 다르다. 9.5K가 1cm정도 더 길지만 고정클립(clip)을 회전 시키고 조금 구부리면 8.5K 자리에 장착이 가능하다. 그리고 세번째 clamp를 저항치가 8.5K되는 부분에 위치시키면 사용이 가능하다.

(4) BIAS 조정손잡이(TV-7의 R129, TV-10D/U에서는 R130)는 3K의 권선가변저항인데 권선이 끊어지는 경우가 있다. 돌리는 각도에 비례하여 저항이 비직선적(nonlinear)으로 변하여야 하므로 **일반적으로 흔히 구할 수 있는 직선형 권선가변저항이나 카본가변저항으로 대체 할 수 없다.** 그림 8은 이 가변저항의 원래 메이커인 Duracap/Mallory사에서 보관하고 있는 자료(Daniel Nelson 제공)에 의한 회전각도에 따른 저항치의 변화값이다. X축은 0-300도의 회전각도이며 Y축은 0-3000옴의 저항값이다. 0-100도 정도까지는 서서히 변하다가 그 후에는 급격히 변한다. 가변저항을 이렇게 설계한 이유는 대부분의 측정이 낮은 회전각도에서 이루어지므로 낮은 각도에서는 좀 더 정밀하게 바이어스 전압을 설정 할 수 있도록 하기 위함이다. Daniel Nelson과 본인이 공동으로 Mallory사에 다량 주문 생산하여 개당 \$75에 판매 하고 있다.

끊어지지지는 않았어도 오랜 사용으로 저항의 표면이 거칠어져서 BIAS조정손잡이를 돌림에 따라 저항값이 불규칙하게 변하는 경우가 가끔 있다. 마치 오디오 기기의 볼륨손잡이를 돌리면 저항표면이 굽혀서 짹짹 소리가 나듯이. 이것을 발견 하려면 6L6과 같은 진공관을 측정하면서 MUT. COND.를 누른 상태에서 BIAS조정손잡이를 0에서 100까지 서서히 돌리면서 메터 바늘이 갑자기 불규칙하게 움직이지 않는가를 관찰한다. 이런 문제가 발견되면 R129를 좌우로 수십번이상 돌려서 접촉면을 닦는다. 또는 분해하여 접촉면을 잘 닦는다. 그래도 해결이 안되면 교환 하여야 한다.

(5) 메터에 과전류가 흘러서 메터가 단선이 된 경우가 자주 있다. 메터는 200 μ A에 2365 Ω (TV-7 전 모델, TV-10D/U)의 저항치를 갖고 있는데 분해해 보면 메터 자체의 저항은 416 Ω 에 1949 Ω (Phaostron사 메터의 경우) 고정저항 또는 가변저항이 직렬로 연결되어 있다. 메터 자체의 코일이 단선이 된 경우는 서울 청계천의 메터수리 전문점 부전사(02-2266-2897, 010-6203-2897)에 소포로 보내서 수리가 가능 하다. 중요한 것은 수리로 인하여 메터의 내부저항(2365 Ω)이 변하지 않아야 한다. 부전사에서 수리 후 내부저항이 변한 경우를 자주 보았다 (부전사주인은 내부저항은 관계없다고 주장). 2365 Ω 이하일 경우는 외부에 저항을 추가하여 $\pm 1\%$ 이내로 맞춘다. 내부저항이 변하면 교정(1)의 LINE ADJUST 교정을 다시 해주어야 한다. 이뿐만 아니라 교정의 전 과정을 다시 해주는 것이 바람직하다.

본인은 같은 회사에서 만든 100, 200 μ A의 메터에 고장난 TV-7 메터의 눈금판을 부착하고 직렬, 병렬로 가변저항을 연결하여 규격치인 200 μ A, 2365 Ω 를 맞추는 방법으로 수리하였다. TV-7의 모든 모델의 메터는 규격이 같으므로 호환이 가능 하다.

(6) 메터에 과전류가 흐르는 것을 방지하려면 그림 6,7과 같이 1N4007 실리콘 다이오드를 순방향으로 직렬로 2개를 연결하고 역방향으로는 1개를 메터와 병렬로 연결한다. 실리콘 다이오드의 순방향 전압은 0.6V 정도이므로 2개 직렬시 메터 양단의 전압을 1.2V로 제한할 수 있다. 이때 메터의 저항은 2365 Ω 이므로 메터에 흐르는 최대전류가 1.2V/2365 Ω =420 μ A로 제한된다. 역방향으로는 다이오드가 1개이므로 210 μ A로 제한된다. 메터에 과전류가 흐를 수 있는 이유는 단추를 잘못 누르거나 short가 된 진공관을 측정할 때 그리고 손잡이를 잘못 위치하고 측정했을 때이다.

(7) 메터 바늘이 움직이다 중간에 걸리는 경우가 가끔 있다. 이 경우 메터 바늘을 자세히 보면 바늘 끝이 눈금판에 닿거나 메터의 내부 자석과 코일부분에 이 물질이 들어간 것을 발견 할 수 있다. 이 경우에는 메터를 조심스럽게 분해하여 바늘을 조금 휘어서 눈금판에 닿지 않게 한다. 또는 눈금판을 눌러서 휘게 하여 바늘과 닿지 않게 한다.

이 물질이 들어간 경우는 제거해야 한다. 이때는 작은 드라이버 끝에 스카치테이프를 뒤집어 감아서 끈적거리는 면이 밖으로 나오도록 한 후 이 물질을 제거 하는데 사용 한다. 간단하지만 매우 조심스러운 작업이다. 잘못하면 메터를 망가뜨릴 수도 있다. 메터 중에는 전면 유리판을 납땜하여 놓은 것이 있는데 이런 메터는 분해가 어렵다.

메터 중에는 가끔 TV-7E/U라고 쓰여진 것이 있다. TV-7의 E 모델은 생산되지 않았으나 메터는 TV-7의 모든 모델이 규격이 같으므로 사용 할 수 있다.

(8) 메터의 스프링(유사라고도 함)이 끊어지거나 느슨해지면 측정 후 바늘이 영점으로

완전히 돌아오지 않는 경우가 있는데 유사는 직접 교체가 어렵고 서울 청계천의 미터수리 전문점 부전사(02-2266-2897, 010-6203-2897)에 소포로 보내서 수리가 가능 하다.

미터의 영점을 미터 유리 하부에 있는 일자형 부분을 드라이버로 돌려서 맞춘 후에도 미터의 영점이 자꾸 틀려 지는 경우가 있다. LINE TEST(위의 사용법(7)) 또는 측정 후에 미터 바늘이 0점으로 돌아오지 않고 매번 조금씩 틀려지는 경우가 있는데 이것은 주로 미터 바늘의 회전축(pivot)이 마모되어 유격(gap)이 생겨 느슨해진 것이다. 이때는 미터를 분해하여 미터 회전축 위에 있는 작은 일자 나사(그림 9)를 돌려서 조여 유격이 없도록 하면 해결 된다.

(9) 오래 사용하다 보면 소켓핀이 탄성을 잃어 느슨해져서 접촉에 문제가 생기는 일이 많다. 그래서 공장에서 출하될 때 많이 사용하는 7핀, 9핀, OCTAL 소켓에는 그림 10과 같은 socket saver가 부착되어 있다. 이 socket saver가 느슨해지면 빼버리고 새것으로 교환 하면 되나 socket saver는 요즘 구하기가 대단히 어렵다. 그래서 교환 하는 것 보다는 7핀, 9핀 socket saver를 빼내면 금속 핀들이 쉽게 분리되는데 세척하고 다시 조이고 8핀은 작은 드라이버로 그림 11과 같이 조여서 사용한다. Socket saver없이 오래 사용하여 소켓의 핀들이 느슨해진 경우는 아주 작은 드라이버로 핀을 조여서(그림 11) 다시 사용할 수도 있으나 최선책은 쉽지는 않지만 소켓을 교환 하는 것이다. 또한 접점을 닦는 스프레이로 socket saver를 닦을 경우 socket saver 밑의 안 보이는 소켓의 핀 사이 표면에 검은 색의 탄소 침전물층(carbon deposit)이 생겨 핀 사이에 저항이 생겨서 오작동하는 경우도 있다. 이때는 연결나사를 돌려서 socket saver를 느슨하게 해서 반쯤 빼낸 후 소켓표면을 닦아 내야 한다. 7핀과 9핀 진공관의 경우 가장 좋은 소켓 보호 방법은 항상 진공관을 소켓에 꼽기 전에 뚜껑에 부착된 핀을 똑바르게 하는 도구(pin straightener)에 한번 꼽은 후에 소켓에 꼽는 것이다.

(10) TV-7 케이스에 달려있는 운반용 손잡이는 대부분 알루미늄재질로 만들어져 있는데 잘 부러진다. TV-7 자체의 무게에 비하여 손잡이는 재질이 약하다. Daniel Nelson이 최근에 스테인레스스틸을 재질로 똑 같이 만들어서 이베이에서 판매하였다.

(11) TV-7의 모든 기능은 정상이나 정류관측정이 안될 경우가 있다. 이때는 SHUNT가 변저항, 패널 오른쪽에 있는 누름스위치 근처에 달려있는 R106(150옴)또는 FUNCTION스위치에 달려 있는 R112(27옴) 또는 연결배선에 이상이 있을 수 있다. 또한 7번 누름스위치와 FUNCTION 스위치를 접점 닦는 스프레이로 닦아서도 해결 될 수 있다. R106과 R112의 위치는 TV-7군용매뉴얼 TM11-6625-274-35 의 26-36페이지에서 찾을 수 있다.

(12) TV-7에서 정류관(5U4등)이나 검파용 이극관(6AL5등)을 측정할 때 사용하는 150

옴 이종가변저항인 SHUNT 조정손잡이(R127)가 내부에서 끊어지거나 저항의 표면이 거칠어져서 조정손잡이를 돌림에 따라 저항값이 불규칙하게 변하는 경우가 가끔 있다. 5U4등 정류관을 측정할 때 RECT 단추를 누른 상태에서 SHUNT조정손잡이를 0에서 100까지 서서히 돌리면 메터바늘도 따라서 서서히 변화하여야 한다. 갑자기 불규칙하게 움직이면 분해하여 저항 표면을 닦아 내거나 교환하여야 한다. 끊어진 경우는 저항계로 측정하여 쉽게 발견할 수 있다. 이 R127은 구하기가 대단히 어렵다.

(13) TV-7의 R120(800옴), R121(111옴), R122(89옴)의 역할은 측정시 그리드에 입력되는 AC입력신호를 B, C, D, E, F RANGE에 따라 알맞게 감쇄 시키는 역할을 하는데 가끔 단선된 경우가 있다. 단선이 되면 교정이 안되거나 실제 측정시 3번 단추를 누르면 메터가 최대치(full-scale)가 되는 경우가 발생한다. 동작에 이상이 생기면 샤시밑에 보이는 모든 저항을 저항계로 테스트 해보는 것도 좋은 방법이다. 정상적인 TV-7 경우 HS5-3460, BIAS=0, SHUNT=0, FILAMENT VOLTAGE=6.3에서 OCTAL 소켓의 5번(grid)-6번(cathode) 핀 사이를 AC전압계로 측정하면 다음 값이 얻어져야 한다.(진공관을 꼽지 않은 상태에서 측정)

FUNCTION SWITCH=B, C 4.7-5.3VAC

FUNCTION SWITCH=D 0.9-1.1VAC

FUNCTION SWITCH=E, F 0.45-0.55VAC

이 저항들은 선을 감아서 만든 권선저항이다. 권선저항을 쓰는 이유는 온도에 따른 변화가 적고 저항치가 정확하기 때문이다. 교환 시에는 구하기 쉬운 일반 메탈저항을 사용하여도 좋다.

(14) TV-7과 TV-10의 LINE ADJUST 가변저항(파넬 좌측 하단에 위치)이 불량 할 경우는 교환을 해야 하나 한 가지 방법은 가변저항의 좌우의 배선을 바꿔서 임시로 사용이 가능하다. 주로 가변저항의 표면이 타서 이 부분에서 접촉이 불량 한 경우에 이 방법으로 수리가 가능 하다. 이 가변저항은 200옴 20W로 TV-7과 TV-10이 같은 것을 사용 한다. 본인이 여분을 많이 갖고 있다.

(15) R113, R114, R115, R134를 조정시 저항값이 불규칙하게 변하거나 하면 좌우로 끝에서 끝까지 수십번 돌리면 저항표면이 닦여져서 해결될 수 있다. 아니면 교환 하거나 저항의 좌우를 바꾸어 사용하면 해결 될 수도 있다.

(16) 위와 같은 과정을 거쳐서 교정과 수리를 마친 후 샤시를 케이스에 넣는 과정도 중요하다. 본인 경험에 의하면 샤시와 케이스 사이에 배선이 끼인 상태에서 나사를 조여서 배선이 노출되어 샤시와 쇼트되는 것(그림 15)을 여러번 경험하였다.

(17) 모든 교정을 마쳤으나 높은 전류가 흐르는 출력관(6146등) 측정시 메터 측정치가 점점 내려가는 현상이 있었는데 내부의 83 정류관을 교환함으로 해결된 경우가 있었다. TV-7 내부에는 83과 5Y3 정류관이 있는데 83이 감도 저하되는 경우가 많다. 83을 같은 핀 배열의 5Z3로 대체하는 것을 보았는데 전류 규격이 다르므로 83을 사용하는 것이 좋다.

기타

(1) TV-7과 TV-10에는 많은 셀렉터와 누름단추가 있는데 이 접점이 나빠져서 오동작을 하는 경우가 많다. 접점세정제를 뿌리면서 수십번이상 돌리거나 눌러서 접점을 닦아낸다. 휴즈는 81번 전구인데 원래 규격은 6.5V 1A이다. 국내에서는 구하기가 어려워서 **흔히 자동차용 12V 전구를 사용하는데 규격에 맞지 않아서 측정시 오차가 발생 할 수 있다.** 서울 청계천 전구 전문점(동명전구 02-2265-6670, 010-5470-2650)에서 6V, 10W의 전구를 구할 수 있다. 전원램프는 47번 전구(6.3V 150mA)인데 흔히 구할 수 있다. 가장 구하기 힘든 것이 NE45(TV-7) SHORT 네온전구이다. 가끔 청계천 전구전문점에서 대체품을 구할 수도 있으나 꼭 필요하다면 수입을 해야 한다. Fair Radio(www.fairradio.com)와 Antique Electronic Supply(www.tubesandmore.com)에서 판매하고 있다. 본인도 국산대치품을 보유하고 있다. TV-10은 NE51 SHORT 네온전구를 사용 하는데 국산대치품은 없다.

(2) TV-7과 TV-10은 오랫동안 미군과 한국군에서 사용 되었으므로 현재 국내에 수천대 이상 있을 것으로 추정되나 대부분이 상태가 좋지 않다. 즉 신품과 같이 깨끗한 것은 구하기 어렵다. 케이스와 파넬을 청소 하려면 메터와 83, 5Y3 진공관을 제거 한 후 PB-1(대형수퍼에서 판매)과 같은 세제를 뿌리고 칫솔로 때를 긁어내고 물로 세척한 후 충분히 말린다.

(3) TV-7과 TV-10은 대부분 회색의 페인트(navy gray)가 칠해져 있는데 국내에서는 같은 색깔의 페인트는 구하기가 어렵고 철물점에서 쉽게 구할 수 있는 동서페인트 337번(연회색), 또는 오공락카 323번(연회색), 또는 현대락카 323번(연회색) 스프레이페인트가 가장 가까운 것 같다. 케이스나 파넬을 직접 페인트를 할 때 페인트제거분무제(paint remover)로 페인트를 완전히 벗겨내고 다시 칠하는 것은 바람직하지 않다. 왜냐하면 일차코팅(primer)과 열처리를 하지 않고 금속표면에 직접 스프레이로 칠하면 페인트와 금속간에 잘 접착이 되지 않아서 페인트가 쉽게 긁혀서 벗겨진다. 그래서 페인트를 완전히 벗겨내는 것 보다는 샌드페이퍼로 페인트를 반쯤 벗겨낸 후 스프레이로 칠하는 것이 좋다. 페인트를 완전히 벗겨내고 다시 칠 할 때는 일차코팅제로 Dupli-color사의 aluminium primer(www.hwabangmall.net 판매)를 부린 후 이를 정도 말리고 칠 하면 잘 벗겨지지 않고 오래

간다. 파넬의 글씨는 음각으로 조각되어 있어서 lacquer stick(www.tubesandmore.com 판매)으로 글씨를 채우고 마른 후 닦아낸다. 이런 용도로는 전 세계적으로도 lacquer stick을 가장 많이 사용한다. 그리고 메터를 분해하여 메터 테두리를 검은색 무광 스프레이 페인트로 칠 하면 단정해 보인다.

서울 청계천의 도색 전문점(삼원 페인트: 010-6230-1003, 02-2275-0285)에 의뢰하면 5만원 정도에 케이스와 파넬을 도색을 할 수 있다. 이 업체에서는 최근(2018년) 분체도장 방식을 시작 하였는데 분체도장 페인트 7038번가 원래 회색(Navy Gray)와 가장 가깝다. 파넬은 음각이 되어 있어 흰색으로 채워 넣는 작업도 가능 하다. 택배로도 주문을 받아 보내 주기도 한다.

(4) 전원트랜스가 고장 난 경우가 가끔 있다. 전원트랜스는 수리가 불가능 하므로 쉽 지 않지만 교환해야 한다. 교환은 배선이 수십 가닥이므로 쉽지 않다. 본인이 터득한 가장 빠른 방법은 우선 트랜스를 파넬에 고정하는 3개의 나사를 풀어낸 후 배선을 하나 떼어내서 같은 위치에 땀질하고 또 같은 작업을 계속 하는 것이다. 배선을 한꺼번에 떼어내고 나면 혼동이 생겨서 오배선의 가능성이 높다. TV-7과 TV-10D/U는 같은 전원트랜스를 사용한다. 군용 매뉴얼 TM6625-274-35의 38페이지에 전원트랜스의 단자간 저항값이 나와 있다.

(5) 83 정류관은 구하기 어려우므로 실리콘 다이오드로도 대치 할 수 있다. 망가진 83 베이스에 2개의 1N4007 다이오드와 10옴 1W 저항 2개를 그림13과 같이 땀질하여 사용 할 수 있다. 이때 교정(1)의 PLATE 전압이 수 볼트 상승 하므로 위의 교정 절차를 다시 하는 것이 이상적이나 경험상 그냥 사용하여도 오차는 크지 않다. 5Y3 정류관은 회로의 특성상 대치하지 않는 것이 좋다고 한다. 이 정류관들은 충격에도 진공관이 소켓에서 빠지지 않도록 그림 14와 같이 tube retainer로 위에서 눌러 놓았는데 없는 경우가 많다. 그림 16은 Daniel Nelson이 만들어 판매하는 tube retainer (set에 \$10정도)이다.

(6) TV-7 뚜껑에 붙어 있는 test data book은 여러 가지가 있는데 가장 최신판인 C3, TB 11-6625-274-12/1(추가본)에는 많은 진공관의 추가 측정자료가 포함되어 있다. 본인이 복사판을 만들어 판매 하고 있다.

그리고 최근에 이 책 중 6CW7 진공관의 test data에 오류가 있는 것이 발견 되었다. EV6-9010 이 아니고 EV6-9070 이어야 한다.

7581(6L6GC 호환관)도 minimum value 가 51(6375 micromho)로 되어 있으나 너무 높고 6L6과 비슷한 25-30(3125-3750 micromho)정도가 맞다. 이 근거는 7581규격을 검색 해보면 동작상태(typical operation)에서 5000-6000 micromho이므로 minimum value를 60%

로 보면 3000-3600 micromho정도가 된다. 아래는 6L6, 7581, KT66, KT88을 비교 하였다.

	Typical operation	TV-7 minimum value	minimum/typical(%)
6L6	5200-6000 micromho	25(3125 micromho)	55%
7581	5000-6000	51(6375)	116% (너무 높음)
KT66	7000	32(4000)	57%
KT88	11500	44(5500)	48%

(7) 다음은 TV-7과 TV-10에 관련된 자료를 찾을 수 있는 곳이다.

www.jvgavila.com/tv7.htm

www.antiqueairwaves.com/nlee

www.soriaudio.co.kr -> 자료실 -> 전세기회로도 -> TV-7 검색하여 TV-7 영문매뉴얼 (TM11-6625-274-35)을 다운 받을 수 있다.

본인은 TV-7과 TV-10의 데이터북, 메터(200 μ A), 휴즈(81), 전구(47, 49), SHORT 전구(NE45, NE51), TV-7 전 모델 명판(name tag), BIAS와 SHUNT 가변저항, LINE ADJUST 가변저항, 1N4007 다이오드, TV-7 글자스텐실, 전원트랜스등을 보유하고 있다. 또한 부품을 추출할 수 있는 TV-7을 10여대 보유하고 있으므로 문의 사항이 있거나 부품이 필요한 분은 연락 바란다. 국내에 없는 부품은 요청이 있으면 수입 할 수도 있다. 또한 의뢰 받아 수리 교정 해주기도 한다.

TV-7 콤팩트론 아답터 (Compactron Adapter)

TV-7 계열의 한 가지 단점은 아마추어 무선기기의 출력관으로 많이 사용되는 6JB6, 6JS6, 6HF5, 6JE6, 6KD6등의 콤팩트론을 측정 할 수 없다는 것이다. 이 진공관들은 원래 TV의 수평출력관으로 개발되었고 군용장비에는 사용된 예가 없었으므로 제외 되었을 것이다. 그래서 TV-7 전문가인 Daniel Nelson(email:djn@ieee.org)이 개발하여 \$25에 판매하고 있는 콤팩트론 아답터(그림 12)를 본인의 허락을 받아 소개 한다. 9핀 또는 12핀의 콤팩트론을 TV-7의 8핀의 OCTAL 소켓에 꼽아서 시험할 수 있게 만든 사진과 같은 2개의 아답터이고 배선은 아래와 같이 되어 있다. 이 아답터는 TV-7에만 사용 가능하고 TV-10에는 불가 하다.

9 to 8 pin adapter	8 pin(OCTAL)	9 pin
	1	1

2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	8
8	9

12 to 8 pin adapter	8 pin(OCTAL)	12 pin
	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
	5	5
	6	10
	7	11
	8	12

그림 1. Line test 산화구리다이오드를 실리콘다이오드로 대체

그림 2. Line test 회로도

그림 3. R130에 clamp A, B, C의 위치가 표시되어 있다.(TV-7/U는 A와 B만 있다.)

그림 4, 절연트랜스를 사용한 50VAC 회로도

그림 6. 메터 바로 뒤에 위치한 100 μ F 콘덴서를 제거하고 그 자리에 같은 용량의 콘덴서와 전류제한용 다이오드를 설치하였다.

그림 7. 메터 주변 회로도

그림 8. 바이어스조정 가변저항(R129)의 회전각도에 따른 저항 값의 변화

그림 9. 메터의 회전축(pivot) 조정 나사

그림 10. Socket saver

그림 11. 소켓핀 조이기

그림 12. Compactron adapter

그림 13. 83 진공관을 실리콘 다이오드로 대체

그림 14. Tube retainer

그림 15. 샤시와 케이스 사이에 배선이 끼어서 금속선이 노출

그림 16. Daniel Nelson이 만들어 판매 하는 tube retainer

TV-7 Compactron Test Data (Ver 6.2) by Daniel Nelson (email: djn@ieee.org)

2 then 3 = 2를 누른 상태에서 3을 누름

N/A = 어느 위치도 상관 없음 (Not Applicable)

Min=최소치, New=신품측정치, Best=실제 진공관 측정에서 관찰된 최대치

Top Cap to Plate = 진공관 꼭대기 plate를 TV-7의 P(plate jack)에 연결

9 Pin Compactrons											
Tube #	Adapter	Filament	Selectors	Bias	Shunt	Range	Press	Min	New	Best	Notes
5BC3	9 to 8	5.0	BS0-5000	N/A	43	A	7	40	60	67	
5BC3	9 to 8	5.0	BS0-8000	N/A	51	A	7	40	60	69	
6GB5	9 to 8	6.3	EV1-0630	30	N/A	D	2 then 3	54	100	102	Top Cap to Plate
6GJ5	9 to 8	6.3	EV2-0130	31	N/A	D	2 then 3	33	60	72	Top Cap to Plate
6JB6	9 to 8	6.3	EV2-0137	40	N/A	C	2 then 3	54	100	120	Top Cap to Plate
6JE6	9 to 8	6.3	EV2-0137	31	N/A	D	2 then 3	54	100	108	Top Cap to Plate
6JF6	9 to 8	6.3	EV2-0137	31	N/A	D	2 then 3	54	100	114	Top Cap to Plate
6JG6	9 to 8	6.3	EV2-8136	35	N/A	D	2 then 3	54	100	110	

6JR6	9 to 8	6.3	EV2-8136	31	N/A	D	2 then 3	54	100	102	
6JT6	9 to 8	6.3	EV2-8136	40	N/A	C	2 then 3	54	100	102	
6JU6	9 to 8	6.3	EV2-0137	31	N/A	D	2 then 3	54	100	100	Top Cap to Plate
6KG6	9 to 8	6.3	EV1-0382	40	N/A	D	2 then 3	54	100	105	Top=P; Fat Pins
6KM6	9 to 8	6.3	EV2-0137	30	N/A	D	2 then 3	54	100	112	Top Cap to Plate
6KV6/A	9 to 8	6.3	EV2-8136	35	N/A	D	2 then 3	42	86	92	75 Min
6LQ6	9 to 8	6.3	EV2-0137	31	N/A	D	2 then 3	54	100	108	Top Cap to Plate
6ME6	9 to 8	6.3	EV2-0137	33	N/A	D	2 then 3	54	100	102	Top Cap to Plate
6MJ6	9 to 8	6.3	EV2-0137	31	N/A	D	2 then 3	54	100	118	Top Cap to Plate
12JB6	9 to 8	12.6	EV2-0137	40	N/A	C	2 then 3	54	100	108	Top Cap to Plate
12JT6	9 to 8	12.6	EV2-8136	40	N/A	C	2 then 3	54	100	102	
22JF6	9 to 8	20	EV2-0137	31	N/A	D	2 then 3	54	100	100	Top Cap to Plate
22JG6	9 to 8	20	EV2-8136	35	N/A	D	2 then 3	42	86	94	75 Min
22KV6	9 to 8	20	EV2-8136	35	N/A	D	2 then 3	42	86	92	75 Min
24JE6	9 to 8	25	EV2-0137	36	N/A	D	2 then 3	54	100	107	Top Cap to Plate
24LQ6	9 to 8	25	EV2-0137	34	N/A	D	2 then 3	54	100	120	Top Cap to Plate
25HX5	9 to 8	25	EV1-9620	27	N/A	D	2 then 3	54	100	110	

31LQ6	9 to 8	35	EV2-0137	33	N/A	D	2 then 3	54	100	120	Top Cap to Plate
31LZ6	9 to 8	35	EV2-0137	40	N/A	D	2 then 3	54	100	104	Top Cap to Plate
36MC6	9 to 8	35	EV2-0137	42	N/A	D	2 then 3	54	100	112	Top Cap to Plate
40KG6	9 to 8	35	EV1-0382	38	N/A	D	2 then 3	54	100	105	Top=P; Fat Pins
429A	9 to 8	20	BW72580	20	N/A	D	3	25	50	50	
418A	9 to 8	6.3	BW72580	20	N/A	D	3	18	36	36	
7868	9 to 8	6.3	EV2-8130	23	N/A	D	3	27	54	54	
8278	9 to 8	6.3	EV0-8120	43	N/A	C	3	40	65	78	Grid Jack to tube Pin 7
				12 Pin Compactrons							
Tube #	Adapter	Filament	Selectors	Bias	Shunt	Range	Press	Min	New	Best	Notes
6GE5	12 to 8	6.3	BY3-0240	37	N/A	C	2 then 3	54	100	113	Tube Pin7 to Plate Jack
6HB5	12 to 8	6.3	BY3-0240	31	N/A	D	2 then 3	54	100	105	Tube Pin7 to Plate Jack
6HF5	12 to 8	6.3	BY5-0340	44	N/A	D	2 then 3	32	60	68	Top Cap to Plate

6HS5	12 to 8	6.3	BY2-0340	15	N/A	C	3	54	100	100	Tube Pin7 to Plate Jack
6JM6	12 to 8	6.3	BY5-0324	37	N/A	C	2 then 3	54	100	118	Top Cap to Plate
6JS6	12 to 8	6.3	BY5-0324	34	N/A	D	2 then 3	54	100	102	Top Cap to Plate
6JH5	12 to 8	6.3	BY2-0340	15	N/A	C	3	54	100	100	Tube Pin7 to Plate Jack
6JK5	12 to 8	6.3	BY2-0340	15	N/A	C	3	54	100	100	Tube Pin7 to Plate Jack
6JZ6	12 to 8	6.3	BY5-0324	31	N/A	D	2 then 3	54	100	108	Top Cap to Plate
6KD6	12 to 8	6.3	BY5-0324	42	N/A	D	2 then 3	54	100	120	Top Cap to Plate
6KE6	12 to 8	6.3	BY5-0324	40	N/A	D	2 then 3	54	100	102	Top Cap to Plate
6KN6	12 to 8	6.3	BY5-0324	39	N/A	D	2 then 3	54	100	102	Top Cap to Plate
6LB6	12 to 8	6.3	BY5-0324	37	N/A	D	2 then 3	54	100	102	Top Cap to Plate
6LF6	12 to 8	6.3	BY5-0324	40	N/A	D	2 then 3	54	100	102	Top Cap to Plate
6LR6	12 to 8	6.3	BY5-0324	40	N/A	D	2 then 3	54	100	114	Top Cap to Plate
6LX6	12 to 8	6.3	BY5-0324	40	N/A	D	2 then 3	54	100	106	Top Cap to Plate
6MH6	12 to 8	6.3	BY5-0324	40	N/A	D	2 then 3	54	100	102	Top Cap to Plate

12GE5	12 to 8	12.6	BY3-0240	37	N/A	C	2 then 3	54	100	112	Tube Pin7 to Plate Jack
20LF6	12 to 8	20	BY5-0324	40	N/A	D	2 then 3	54	100	113	Top Cap to Plate
21LG6	12 to 8	20	BY5-0740	35	N/A	D	2 then 3	54	100	106	Top Cap to Plate
21JS6	12 to 8	20	BY5-0324	34	N/A	D	2 then 3	54	100	102	Top Cap to Plate
23JS6	12 to 8	20	BY5-0324	34	N/A	D	2 then 3	54	100	102	Top Cap to Plate
26LX6	12 to 8	25	BY5-0324	42	N/A	D	2 then 3	54	100	114	Top Cap to Plate
27LF6	12 to 8	25	BY5-0324	40	N/A	D	2 then 3	54	100	100	Top Cap to Plate
30KD6	12 to 8	25	BY5-0324	42	N/A	D	2 then 3	54	100	120	Top Cap to Plate
30MB6	12 to 8	25	BY5-0324	40	N/A	D	2 then 3	54	100	103	Top Cap to Plate
31JS6	12 to 8	25	BY5-0324	31	N/A	D	2 then 3	54	100	102	Top Cap to Plate
31JZ6	12 to 8	25	BY5-0324	30	N/A	D	2 then 3	54	100	108	Top Cap to Plate
35LR6	12 to 8	35	BY5-0324	40	N/A	D	2 then 3	54	100	120	Top Cap to Plate
40KD6	12 to 8	35	BY5-0324	42	N/A	D	2 then 3	54	100	114	Top Cap to Plate
8150	12 to 8	12.6	BY6-0520	30	N/A	D	2 then 3	32	64	64	Top Cap to Plate
8156	12 to 8	12.6	BY6-3720	40	N/A	C	3	54	100	106	
8950	12 to 8	12.6	BY5-0324	40	N/A	D	2 then 3	54	100	100	Top Cap to Plate

M2057	12 to 8	12.6	BY5-0324	40	N/A	D	2 then 3	54	100	110	Top Cap to Plate
-------	---------	------	----------	----	-----	---	----------	----	-----	-----	------------------



그림 1

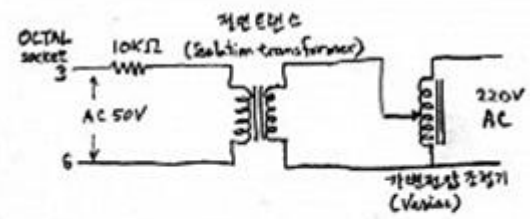


그림 4

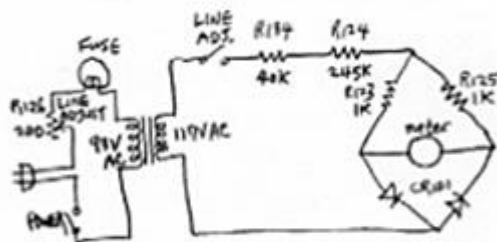


그림 2

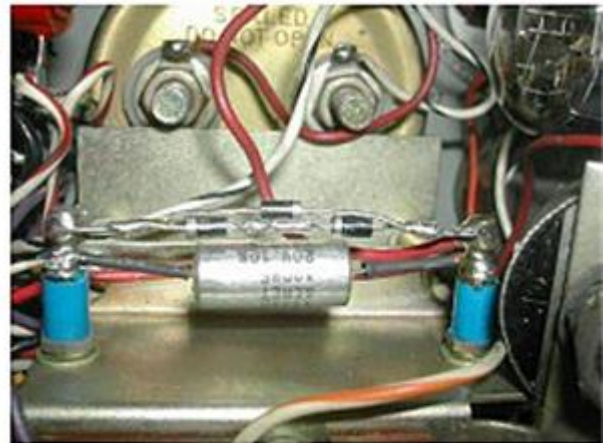


그림 6



그림3

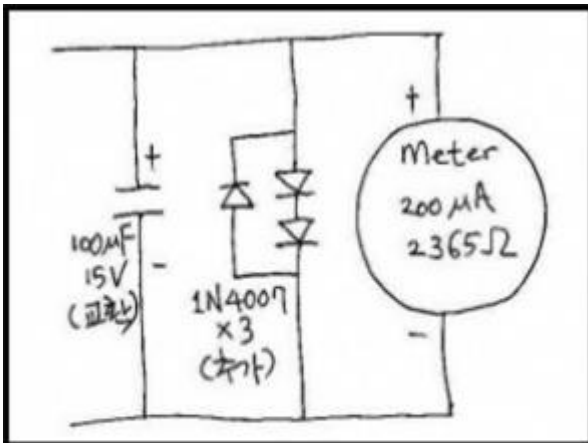


그림7



그림10

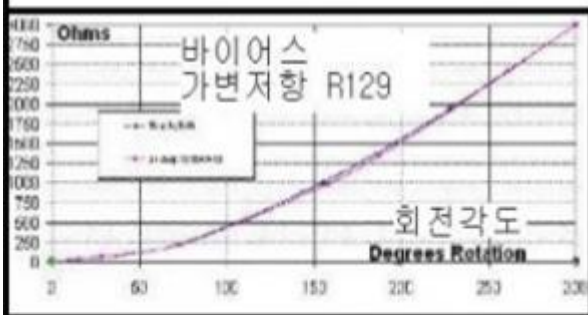


그림8



그림11

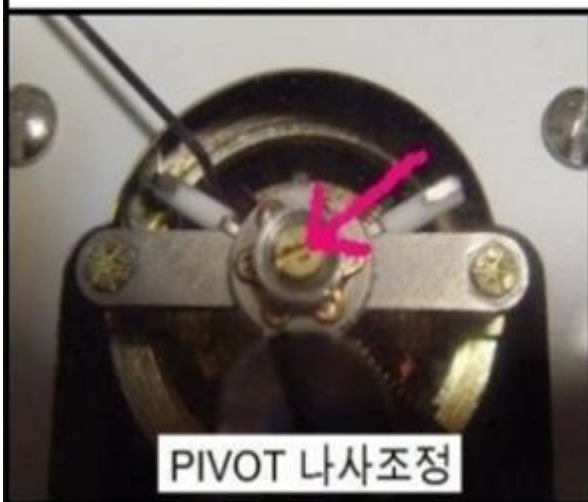


그림9



그림12



그림 13



그림 14

그림 15, 16 파일 사이즈 제한으로 삭제