오실로스코프

(Oscilloscope)

신헌철

1. 오실로스코프(Oscilloscope)

1-1. 구성도

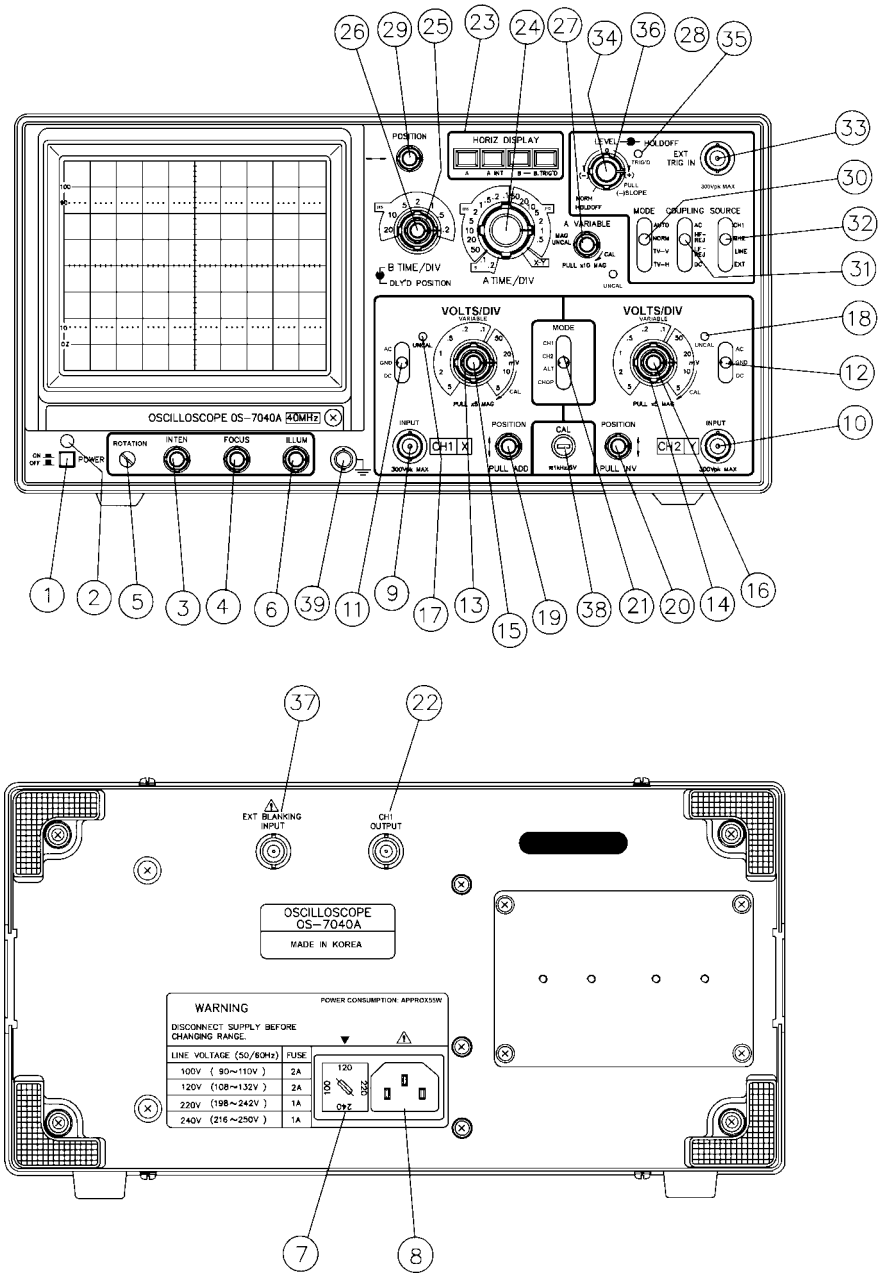


그림 1-1. 오실로스코프의 전면 및 후면 구성

1-2. 각 부 기능 설명

1) 화면과 전원부

① POWER 스위치 : POWER 스위치를 누르면 ON 이 되고(들어간 상태) 다시 한 번 누르면 OFF 된다. (나온 상태)

② POWER 램프 : 장비전원 ON 시 녹색 램프가 점등된다.

③ INTENSITY : CRT 의 휘도를 조절한다.

④ FOCUS : 소인선이 가장 가늘고 선명하게 되도록 조정한다.

⑤ TRACE ROTAT10N : CRT 의 수평선과 일치하도록 조정한다.

⑥ SCALE ILLUM : 눈금의 밝기 조절을 하며, 어두운 곳에서 관측할 때나 화면의 사진 촬영을 할 때 사용한다.

⑦ 전압 선택기 : 사용전원에 맞게 선택이 가능하다.

⑧ 전원 커넥터 : AC 전원코드 사용 시 연결과 제거가 용이하다.

2) 수직 증폭부

⑨ CH1, X IN 커넥터 : 입력신호를 CH1 수직 증폭부로 연결하거나 X-Y 동작 시 X 축 신호가 된다.

⑩ CH2, Y IN 커넥터 : 입력신호를 CH2 수직 증폭부로 연결하거나 X-Y 동작 시 Y 축 신호가 된다

⑪, ⑫ AC, DC, GND : 입력 신호와 수직 증폭단의 연결 방법을 선택할 때에 사용한다.

❍ AC : 입력 커넥터와 수직 증폭기 사이에 캐패시터가 있어 신호의 DC 성분을 차단시킨다.

❍ GND : 수직 증폭기 입력단을 접지시킴으로서 GND 가 기준점이 된다.

❍ DC : 입력 커넥터와 수직 증폭부 사이를 직접 연결하여 수직 증폭

⑬, ⑭ VOLTS/DIV :수직 편향감도를 선택하는 단계별 감쇄기로서 입력신호의 크

기에 관계없이 파형관측이 가능하며, 파형관측이 용이하도록 적절한 위치에 놓고 사용한다.

⑮, ⑯ VARIABLE : 수직 편향 감도를 연속적으로 변화시킬 때 사용하는 미세조정기로 반시계 방향으로 완전히 돌리면 감쇄비는 지시치의 1/2.5 이하가 된다. 손잡이를 당기면 수직측 감도는 ×5 배가 된다 이때 최대 감도는 1[mV/DIV]이 된다.

⑰, ⑱ UNCAL 램프 : VARIBLE 이 CAL 에서 벗어나면 적색으로 점등된다.

⑲, ⑳ POSITION : 수직축 파형을 이동시킬 때 사용한다.

시계방향으로 돌리면 파형이 위로 이동하고 반시계 방향이면 아래로 이동한다.

❍ PULL ADD ⑲ : 손잡이를 당기면 CH1, CH2 휘선의 대수합이 나타난다.

❍ PULL CH2. INV ⑳:손잡이를 당기면 CH2 에 가해진 신호가 반전되어 나타난다.

㉑ V MODE : 수직축의 표시 형태를 선택하는데 사용된다.

❍ CH1 : CH1 에 입력된 신호만 CRT 상에 나타난다.

❍ CH2 : CH2 에 입력된 신호만 CRT 상에 나타난다.

❍ ALT : 휘선이 반복될 때마다 CH1, CH2 에 입력된 신호가 교대로 나타난다. 이는 짧은 소인시간에서 고주파 관측 시 편리하다.

❍ CHOP : CH1, CH2 에 입력된 신호가 소인시간에 관계없이 약 250[kHz] 주기로 나타나므로 긴 소인시간에서 저주파 관측 시 편리하다.

㉒ CH1 OUT 커넥터 : CH1, CH2 에 입력된 신호가 소인시간에 관계없이 약 250[kHz] 주기로 나타나므로 긴 소인시간에서 저주파 관측 시 편리하다.

3) 소인과 TRIGGER 부

㉓ HORIZONTAL DISPLAY : 소인 형태를 선택한다.

❍ A: A 소인만 나타나며, 일반적인 설정단이다.

❍ A INT : A 소인만 나타나지만 휘도 변조에 의해 B 소인에 대한 부분도 나타난다.

❍ B : 휘도 변조된 부분이 확대되어 화면전체에 나타난다.

❍ B TRIG'D : 지연 소인이 첫번째 TRIGGER 펄스에 의해 동기된다.

㉔ A TIME/DIV : 교정된 주 시간 간격, 지연소인 동작을 위한 지연시간, X-Y 동작을 선택할 수 있다.

㉕ B TIME/DIV : 교정된 지연 B 시간축의 소인시간을 선택한다.

㉖ DELAY TIME POSITION : A 소인에 B 소인을 선택했을 때 정확한 시작점을 맞추는데 사용한다.

㉗ A VARIABLE : 교정된 위치로부터 A 소인시간을 연속적으로 변화시키는데 사용한다. PULL ×10MAG 스위치를 당기면 소인시간이 10 배로 확대되며 이때 소인시간은 TIME/DIV 지시치의 1/10 이 된다. 수평축 위치를 조정하여 확대시킬 부분을 수직축 중앙 눈금선과 맞추고 ×10 MAG 스위치를 당기면 중앙을 중심으로 좌우 확대된 파형이 나타난다. 이때 소인 시간은 TIME/DIV 지시치의 1/10 이 된다.

㉘ UNCAL 램프 : NARIABLE 이 CAL 에서 벗어나면 적색으로 점등된다.

㉙ 수평축 POSITION : 수평 위치조정에 사용되며 파형의 시간 측정과는 독립적으로 사용된다. 손잡이를 시계 방향으로 돌리면 우측으로 이동하고 반시계 방향으로 돌리면 좌측으로 이동한다.

㉚ TRIGGER MODE : 소인 동기 형태를 선택한다.

❍ AUTO : 소인은 자동적으로 발생된다. 동기신호가 있을 때에는 정상적으로 동기된 소인이 얻어지고 파형은 정지한다. 일반적인 사용에서는 이 위치가 편리하다.

❍ NORM : 동기된 소인을 얻을 수 있지만 동기신호가 없거나 동기가 안되면 소인은 발생되지 않다. 낮은 주파수(약 25[Hz] 이하)에서 효과적인 동기를 시키고자 할 때 유효하다.

❍ TV-V : 프레임 단위의 비디오 합성 신호를 측정하는데 사용한다.

❍ TV-H : 주사선 단위의 비디오 합성 신호를 측정하는데 사용한다.

㉛ TRIGGER COUPLING : TRIGGER 회로 결합에 의해 주파수 특성별로 선택할 수 있다.

❍ AC : TRIGGER 회로부에 대용량의 콘덴서가 연결되어 있어 동기 신호 중에

는 DC 성분을 제거하고 AC 성분만으로 동기시킬 경우에 사용한다.

❍ HF RRJ : TRIGGER 회로부에 고주파 제거 필터가 구성되어 있어 4[kHz] 이상의 신호를 제거할 수 있다.

❍ LF REJ : TRIGGER 회로부에서 저주파 제거 필터가 구성되어 있어 4[kHz] 이하의 신호를 제거할 수 있다.

❍ DC : 이 위치는 신호를 그대로 통과시킨다. 이 위치는 매우 낮은 주파수 또는 DC 레벨일 때 사용한다.

㉜ TRIGGER SOURCE : TRIGGER SOURCE 의 편리한 부분을 선택할 수 있다.

❍ CH1 : CH1 에 신호가 있을 때 TRIGGER SOURCE 로 CH1 을 선택할 수 있다.

❍ CH2 : CH2 에 신호가 있을 때 동기 SOURCE 로 CH2 를 선택할 수 있다.

❍ LINE : AC 전원의 주파수에 동기되는 신호를 관측하는데 사용한다. 측정신호에 포함되는 전원에 의한 성분을 안정되게 관측할 수 있다.

❍ EXT : 외부 신호가 동기 신호원이 된다. 수직축 신호의 크기와 관계없이 동기시킬 때 사용한다.

㉝ EXIT TRIG IN : 외부 동기 신호를 TRIGGER 회로로 연결할 때 사용한다.

㉞ TRI LEVEL : 동기 신호의 시작점을 선택한다. 손잡이를 시계 방향으로 회전시키면 동기되는 시작점이 + 최고치 쪽으로 움직이고 반대로 돌리면 동기되는 시작점이 – 최고치 쪽으로 움직인다.

❍ 동기 SLOPE : 초기 소인의 TRIGGER SLOPE 선택을 위해 사용한다. 누름 상태에서는 +SLOPE 이고 당긴 상태에서는 –SLOPE 이다.

㉟ TRIG'D 램프 : 입력 신호가 동기될 때 녹색으로 점등된다.

㊱ HOLD OFF 조절기 : 주소인의 HOLD OFF 시간을 변경 시킴으로써 복잡한 신호를 확실하게 동기시킨다. 소인시간을 늘려서 고주파 신호나, 불규칙한 신호, 또는 DIGITAL 신호 등의 복잡한 신호를 동기시키는데 유효하다. 안정된 동기를 위해 서서히 조정한다. 통상 완전히 반시계 방향으로 돌려놓고 사용한다.

4) 기 타

㊲ EXT BLANKING INPUT 커넥터 : CRT 휘도 변조를 위한 신호를 입력하는 단자

로서, + 신호를 입력하면 휘도가 감소되고, –신호를 입력하면 증가된다.

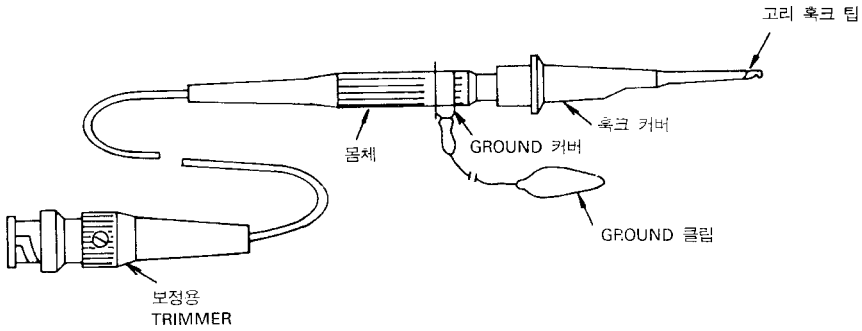
㊳ CAL 단자 : PROBE 보정과 수직 증폭기 교정을 위한 구형파(0.5[V], 1[kHz])를 출력한다.

㊴ GROUND 커넥터 : 접지 연결 단자이다.

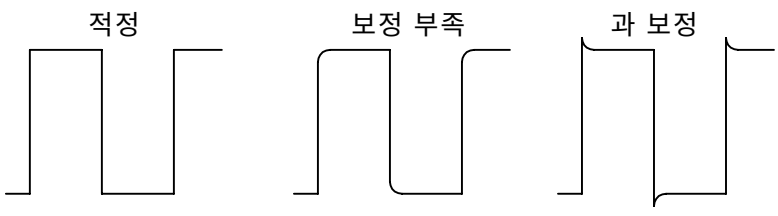
1-3. 초기 동작 시 조정

측정신호를 오실로스코프용 PROBE 를 사용하여 측정할 경우 PROBE 에는 1×(직접 연결) 위치와 10× (감쇄) 위치가 있는데, 10× 위치에서는 오실로스코프/PROBE 의 입력 임피던스가 증가되어 입력신호가 1/10 로 감쇄되므로 측정단위(VOLT/DIV)를 10 배로 곱해야 한다. 예로서 50[mV/DIV]에서는 50[mV]×10 = 0.5[V]가 된다.

오실로스코프의 PORBE 는 SHIELD 된 선을 사용하므로 잡음을 방지할 수 있다. 동축 케이블을 사용하여 측정하고자 할 때에는 신호원의 임피던스, 최고 주파수, 케이블의 용량 등을 정확히 알아야 하는데, 이러한 것들을 알 수 없을 때는 10× 의 PROBE 를 사용하는 것이 좋다.



(a) FROBE



(b) 교정용 구형파에 의한 PROBE 보정

그림 1-2. PROBE 보정

측정을 시작하기 전에 기본적인 조정은 다음의 순서에 따라 한다.

(1) 조정 손잡이는 다음과 같이 설정한다.

- ❍ POWER 스위치 ① : OFF(나온 상태)
- ❍ INTURN ③: 완전히 반시계 방향
- ❍ FOCUS ④ : 중앙
- ❍ AC-GND-DC ⑪, ⑫ : AC
- ❍ VOLT/DIV ⑬, ⑭: 20[mV]
- ❍ 수직 POSITION ⑲, ⑳ : 누른 상태에서 중앙에 위치
- ❍ VARIABLE ⑮, ⑯: 누른 상태에서 완전히 시계 방향으로
- ❍ V MODE ㉑ : CH1
- ❍ HORIZONTAL DISPLAY ㉒ : A
- ❍ A TIME/DIV ㉓ : 0.5[mS]
- ❍ A VARIABLE ㉗ : 누른 상태에서 완전히 시계방향
- ❍ HORIZONTAL/POSITION ㉙ : 중앙
- ❍ TRIGGER MODE ㉚ : AUTO
- ❍ TRIGGER SOURCE ㉜ : CH1
- ❍ TRIGGER COUPLING ㉛ : AC
- ❍ TRIGGER LEVEL ㉟ : 중앙
- ❍ HOLD OFF ㊱ : NORM (최대 반시계 방향)

(2) 전원 코드를 전원 커넥터 ⑧에 연결한다.

(3) POWER 스위치 ①을 누르면 POWER 램프 ②가 켜지고 약 30 초 후에 INTEN ③을 시계 방향으로 돌리면 휘선이 나타나며, 관찰하기 적당한 밝기가 되도록 조절한다. CRT 내부에는 방면재료가 사용되었지만 너무 밝은 점이나 휘선이 나온 상태로 장시간 방치하면 CRT 화면이 손상될 수도 있으므로 특별히 밝은 휘도를 요하는 측정후예는 밝기를 줄이시오. 또한 측정을 하지 않을 경우에는 휘도를 항상 어둡게 줄여 놓는 것이 좋다

(4) FOCUS 를 가장 가늘고 선명한 상태가 되게 조정한다.

(5) CH1 POSITION ⑲를 돌려 휘선이 수평 눈금과 일치하는지 확인한다. 휘선이 수평 눈금과 일치하지 않을 시에는 TRACE ROTATION ⑤를 조정하여 일치시

킨다.

(6) 수직 POSITION ㉙를 돌려 가장 왼쪽 눈금과 일치시킨다.

(7) PROBE 를 CH1, X IN ⑨에 연결하고 팁을 CAL 단자 ㊳에 연결한다 이때 PROBE 감쇄비는 10× 위치에 놓고 VOLTS/DIV ⑬은 10[mV]에 놓는다.

(8) 구형파의 위 부분이나 일부분이 경사지거나 첨예하게 되면 PROBE 의 조정단자를 작은 드라이버를 이용하여 그림 1-2 와 같이 조정한다.

(9) V. MODE ㉑을 CH2 에 놓고 (7), (8)과 같이 조정한다.

1-4. 1 현상 측정

1 현상 측정은 가장 기본적인 기능이다. 하나의 신호를 측정하고자 할 때는 이 모드를 사용한다. 오실로스코프는 2 개의 채널을 가지고 있으므로, CH1, CH2 중 하나를 선택하면 된다. CH1 은 OUTPUT 터미널 ㉒를 가지고 있으며 화면으로 파형을 측정하면서 동시에 주파수 측정기로 주파수를 측정하고자 할 때 사용하면 좋다. CH2 는 INVERT 스위치 ⑳으로 파형의 극성전환이 가능하다.

(1) CH1 사용 시에는 스위치 위치를 다음과 같이 설정한다. ( )안은 CH2 사용시의 설정을 나타낸다.

- ❍ POWER ① : ON
- ❍ AC-GND-DC ⑪, ⑫ : AC
- ❍ 수직축 POSITION ⑲, ⑳ : 누른 상태에서 중앙
- ❍ VARIABLE ⑮, ⑯: 누른 상태에서 시계방향으로 완전히 돌려 놓는다.
- ❍ V. MODE ㉑ : CH1(CH2)
- ❍ HORIZONTAL DISPLAY ㉓ : A
- ❍ A VARIABLE ㉗ : 누른 상태에서 시계방향으로 완전히 돌려 놓는다.
- ❍ TRIGGER MODE ㉛ : AUTO
- ❍ TRIG SOURCE ㉜ : CH1(CH2)
- ❍ TRIGGER COUPLING ㉝ : AC
- ❍ TRIG LEVEL ㉞ : 중앙

❍ HOLD OFF ㊱ : NORM(반시계 방향의 끝에 위치)

(2) 수직축 POSITION 을 조정하여 휘선을 CRT 의 중앙에 위치시킨다.

(3) IN 커넥터 ⑨, ⑩으로 신호를 연결시키고 VOLT/DIV ⑬, ⑭를 돌려 CRT 에 충분한 신호가 나타나게 한다. 300[V] (DC+PEAK AC)이상의 신호를 가하지 마시오

(4) A TIME/DIV ㉔를 돌려서 신호가 원하는 주기가 되도록 한다. 일반적인 측정에서는 2 3 주기가 나타나는 것이 적당하고 밀집된 파형 관측 시는 50 100 주기가 나타나게 하는 것이 적당하다. 그리고 TRIGGER LEVEL ㉞를 돌려 안정된 파형이 나타나도록 조정한다

(5) VOLT/DIV 스위치를 5[mV]에 위치했는데도 측정할 신호가 작아서 동기가 되지않거나 측정이 곤란할 경우 VARIABLE (PULL ×5 MAG) ⑮, ⑯ 을 당긴다. 이때 VOLT/DIV 스위치가 5[mV]인 경우 1[mV/DIV]으로 되고 주파수 대역폭은 7[MHz]로 감소되며 휘선에 잡음이 증가하게 된다.

(6) 측정하려고 하는 신호가 고주파로 A TIME/DIV 스위치를 0.2[μS] 위치에 놓고도 너무 많은 주기가 나타날 때 A VARIABLE(PULL × 10MAG) ㉗을 당긴다. 이것이 소인 속도를 10 배 증가시켜주기 때문에 이때 0.2[μS]는 20[μS/DIV]되며 0.5[μS]인 경우는 50[nS/DIV] 된다. 0.2, 0.5[μS] MAG 는 비교정 단자이고 1[μS] 이하는 교정 단자이다. (1[μS/DIV]에서 ×10 확대 시 ±10[%], 그 이하는 ×10 확대 시 ±5[%])

(7) DC 혹은 매우 낮은 주파수를 측정할 경우 AC 결합은 신호의 감쇄나 찌그러짐이 발생하므로 AC-GND-DC 스위치 ⑪, ⑫를 DC 에 놓고 사용하시요. 높은 DC 전압에 매우 낮은 AC LEVEL 의 파형이 실려 있는 경우에 DC 위치에서는 나타나지 않을 수도 있다.

(8) TRIGGER MODE ㉚의 NORM 은 재 소인되는 위치로서 신호주파수가 25[Hz] 이하인 저주파 관측 시 TRIGGER LEVEL ㉞를 조정하여 측정할 수 있다.

1-5. 2 현상 측정

2 현상 측정은 다음에 설명하는 것을 제외하고는 1 현상 측정과 동일하다.

(1) V. MODE ㉑을 ALT 나 CHOP 에 놓는다.

ALT 는 고주파 신호인 경우(TIME/DIV 스위치 : 0.2[mS] 이상 고속)에 사용하고, CHOP 는 저주파 신호인 경우(TIME/DIV 스위치 : 0.5[mS] 이상 저속)에 사용한다.

(2) 2 채널이 같은 주파수라면 TRIGGER SOURCE ㉜로 정확히 동기시킬 수 있다.

1-6. TRIGGER 선택

TRIGGER 는 오실로스코프에서 부수적으로 적용해야 할 조건이 많고 신호의 정확한 동기가 필요하기 때문에 가장 복잡한 동작이다.

1) TRIGGER 모드 선택

(1) AUTO TRIGGER 모드

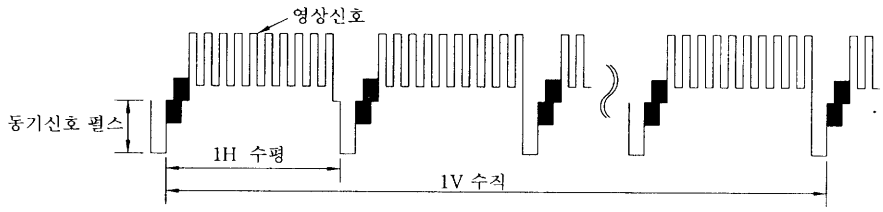
신호가 없거나 신호가 있더라도 TRIGGER 조정이 잘못된 경우에도 항상 동기 소인이 나타나므로 NORM 에서 일어날 수 있는 실수를 범할 우려는 없다. 그러나 AUTO 는 신호 주파수가 25[Hz] 이하인 경우는 사용할 수가 없으며 이때는 NORM 에서 측정해야 한다

(2) NORM TRIGGER 모드

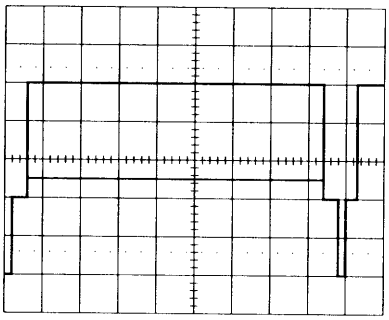
CRT 빔은 신호가 동기되어야 나타난다. 이 TRIGGER 모드는 신호가 없거나 동기 조절이 잘못된 경우, 또는 수직축 POSITION 조정이 잘못되거나 VOLT/DIV 스위치가 부적당하게 된 경우에 휘선이 나타나지 않는다.

(3) TV-V, TV-H TRIGGER 모드

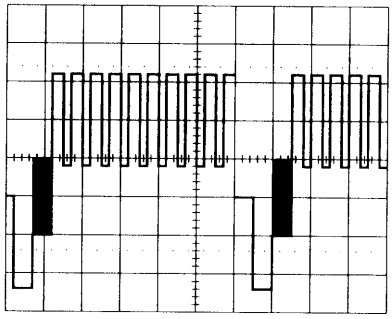
TV 동기 분리 회로를 추가해서 복잡한 영상 신호 그림 1-3(a)와 같은 파형을 수평성분, 수직성분으로 분리해서 깨끗하게 동기된 파형을 관측할 수 있다. TV 신호의 수직성분의 TRIGGER 그림 1-3(b)를 위해 TRIGGER 모드 스위치를 TV-H 로 선택한다. TV 신호의 수평성분의 TRIGGER 그림 1-3(c)를 위해 TRIGGER 모드 스위치 TV-H 로 선택한다. TRIGGER 분리가 되었을 때 그림 1-3(d) TV TRIGGER 극성은 음성(–)이어야 한다.



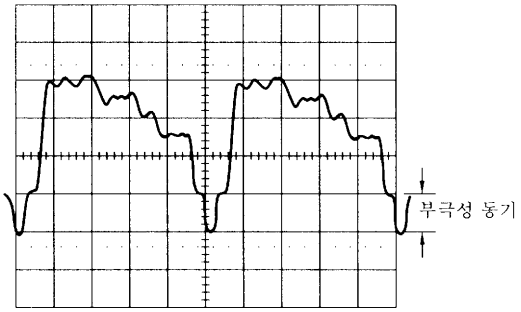
(a) 복합 영상 신호



(b) TV-V 결합



(c) TV-H 결합

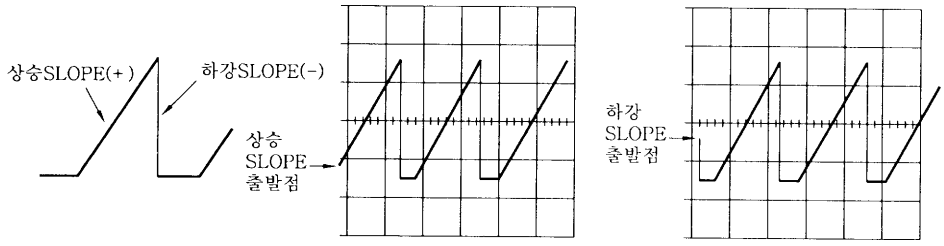


(d) 동기 극성

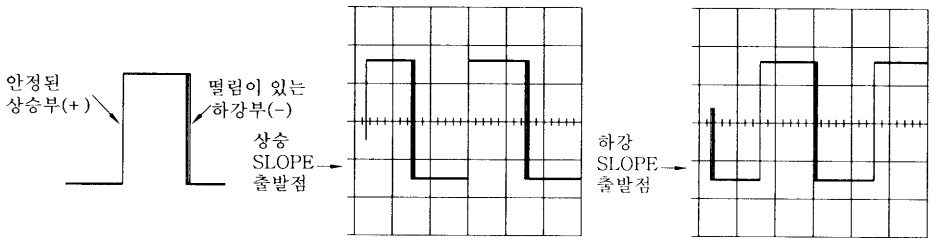
그림 1-3. TV 동기신호 분리

2) TRIGGER POINT 선택

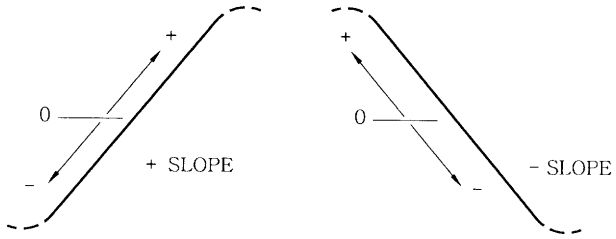
SLOPE 스위치는 소인의 시작점을 상승 시작점 혹은 하강 시작점 중 어느 부분에서 시작할 것인가를 결정한다. (그림 1-4 참조)



(a) TRIGGER POINT (톱니파)



(b) TRIGGER POINT (구형파)



(c) TRIGGER 레벨

그림 1-4. TRIGGER 선택

1-7. 합과 차의 측정

합과 차의 측정은 두 개의 신호를 한 개의 파형으로 나타내는 기능을 말한다. 합의 동작(ADD)은 CH1 과 CH2 신호의 대수합을 지시하고, 차의 동작(SUB)은 CH1 과 GH2 신호의 대수 차를 나타낸다. ADD 측정 방법은 아래와 같다.

(1) 2 현상 측정과 같이 설정한다.

(2) 양쪽 VOLTS/DIV ⑬과 ⑭를 같은 위치에 놓는다. VARIABLE ⑮와 ⑯은 최대 시계 방향으로 돌려놓는다. 두 신호의 진폭 차이가 대단히 클 경우 큰 신호의

진폭이 화면 내에 올 수 있을 만큼 양쪽 VOLTS/DIV 스위치를 함께 줄인다.

(3) TRIGGER 의 스위치는 그 중 큰 신호를 기준으로 선택한다.

(4) PULL ADD 로 표시되어 있는 CH1 수직 POSITION ⑲를 돌아가지 않게 당긴다. CH1 과 CH2 신호의 대수합이 한 개의 파형으로 나타난다. 이때 수직 POSITION ⑲와 ⑳의 위치 변화는 측정값을 변화시키기 때문에 조작을 하지 마시오.

두 입력 신호가 동위상일 때 두 신호는 합으로 나타나고(예 : 4.2DIV + 1.2DIV = 5.4DIV), 두 입력 신호가 180º 역위상일 때 두 신호는 차로 나타난다. (예: 4.2DIV-1.2DIV=3.0DIV)

(5) 만약 최대(Peak-Peak) 진폭이 매우 적은 신호일 경우는 양쪽 VOLTS/DIV 스위치를 조정하여 신호를 화면에 크게 표시한 후에 측정하도록 한다.

두 신호의 합을 측정하는 방법이 또 하나 있다. 그것은 PULL CH2 INV 로 표시되어있는 CH2 수직 POSITION ⑳ 을 당겨서 병행하는 방법이다. CH2 수직 POSTTION 을 당겨놓고 입력 신호가 동위상일 때 ADD 의 파형은 두 신호의 진폭의 차가 된다. (예: 4.2DIV+1.2DIV=5.4DIV) 입력신호가 180º 위상차를 가질 때 두 신호는 진폭의 합이 된다. (예 : 4.2DIV+1.2DIV = 5.4DIV).

1-8. X-Y 측정

X-Y 측정 시에 내부 시간축은 사용되지 않으며 수직 및 수평편향이 모두 외부 신호에 의해 동작된다. CH1 은 X 측(수평성분) 신호처리를 하게 되므로, 수평· 수직축 모두 조절이 가능하다. X-Y 모드에서는 V. MODE, TRIGGER 스위치, 이에 관련된 커넥터와 기능은 동작하지 않는다. X-Y 측정은 다음 순서로 한다.

(1) A TTME/DIV ㉔를 최대 시계방향으로 돌려 X-Y 위치에 놓는다. 소인되지 않고 점으로 나타날 시 CRT 형광면이 손상될 우려가 있으니 휘도가 너무 밝으면 줄인다.

(2) CH2, Y IN 커넥터 ⑩에 수직 신호를 CH1, X IN 커넥터 ⑨에 수평신호를 가하면 휘선이 편향된다. 휘도를 적당한 밝기로 조절한다.

(3) CH2 VOLTS/DIV ⑭ 휘선의 높이를, CH1 VOLTS/DIV ⑬으로 휘선의 폭을 조절

한다. PULL ×5MAG ⑮, ⑯과 VARIABLE 조정은 필요에 따라서 조정하기 바란다. A VARIABLE ㉗은 눌러 진 상태에서 측정한다.

(4) 파형을 수직(Y 축)으로 움직이려면 CH2 수직 POSITION ⑳으로 하고, 수평(X 축)으로 움직이려면 수평 P'OSITION ㉙를 조정한다. (CH1 수직 POSITION ⑲는 X-Y 모드에서는 동작하기 않다.)

(5) 수직(Y 축) 신호는 CH2 수직 POSITION ⑳을 당겨서 위상을 180º 바꿀 수 있다

1-9. 지연 시간축 동작

2 개의 시간축을 가지고 있는데 TRIGGER 신호가 주어지면 바로 소인이 시작되는 A 시간축과 2 번째로 소인이 시작되는 B 시간축이 있다. 이는 수평 방향으로 복합 파형을 확대 관측 시 사용된다.

1) 연속 지연소인

(1) 수직모드를 적절한 위치에 설정한다.

(2) B TRIG'D 스위치를 나온 상태로 한다.

(3) HORIZONTAL DISPLAY 의 A INT 스위치를 누르시오. 파형의 일부분이 밝게 빛날 것이다.

(4) B TIME/DIV 를 확대해서 보고 싶은 만큼 적당히 돌린다. (그림 1-5(b) 참조)

(5) DELAY TIME POS ㉖을 확대해서 보고 싶은 곳으로 움직여간다.

(6) HORIZ DISPLAY 의 B 스위치를 누르시오. 앞의 5 항에서 밝은 부분이 화면전체에 확대되어 나타난다. 이 파형이 B 시간측 소인이다. (그림 1-5(c) 참조)

(7) 더욱 확대시켜 볼 필요가 있을 경우에는 A VARIABLE ㉗ PULL ×MAG 를 당겨본다.

2) TRIGGER'D B 소인

연속적인 지연 소인에서 B 시간축은 입력 신호에 의해 동기되지 않고 DELAY TIME POS 조절기의 설정된 주(A 시간축) 소인과의 비교에 의해 동기된다. 이때 A 와 B TIME/DIV 스위치의 설정값이 높은 비(100:1 혹은 그 이상)로 되면 JITTER 가 발생하게 된다. 이것을 방지하기 위해 B 소인은 입력신호나 시간축과 관계되는 TRIGGER 에 의해 동기시킨다.

DELAY TIEM POS 조정은 A 와 B 소인간의 최소 지연 시간을 결정하게 된다. 실제적인 지연시간은 차기 동작 TRIGGER 까지의 시간을 합한 시간이 된다. 위와 같은 결과로 실제적인 지연시간은 연속적이지 못하고 단계적인 분해능을 갖는다. 위와 같은 기술에 의해 최대 확장은 CRT 휘도가 제한받지 않는 한 수천배까지 가능하게 된다.

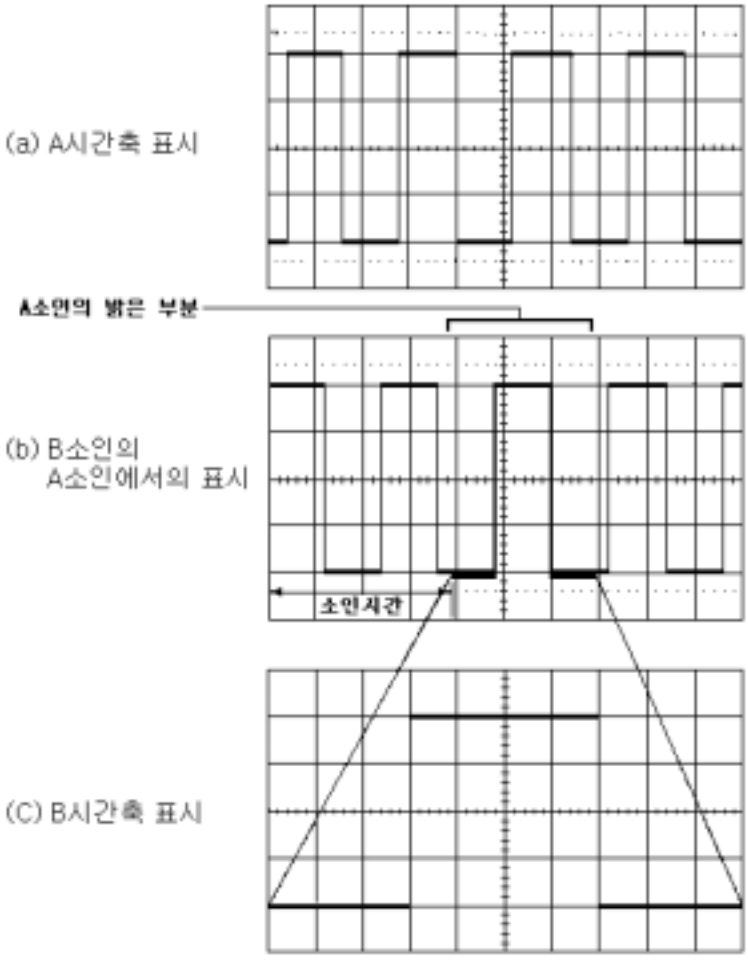


그림 1-5. B 시간축에 의한 소인 확대

TRIGGER 된 B 소인 사용 절차는 다음에 따라서 한다.

(1) 연속 지연소인 절차와 같이 스위치를 설정한다.

(2) B TRIG'D 스위치 ㉓을 누르고 TRIGGER LEVEL ㉞를 적당히 조절한다. 이때 B 시간축은 A 시간축과 같은 동기 신호에 의해 동기된다. B 소인의 시작은 동기된 신호의 처음과 끝에서 항상 개시된다. (DELAY TIME POS 조절기를 돌려도 항상 일정)

1-10. 진폭 측정

오실로스코프의 전압 측정은 일반적으로 최대값(p-p) 측정과 순시치 최대(p-p) 측정의 2 가지가 있다. 순시치 전압측정은 GND 기준으로부터 파형상의 각 점의 전압을 측정하는 것이다. 위치 측정을 모두 정확히 하기 위해서 VARIABLE 을 시계 최대 방향으로 돌린다.

1) 최대값(p-p) 전압 측정

(1) 오실로스코프의 수직 모드 스위치는 기본측정 절차와 같이 설정한다.

(2) TIME/DIV ㉔나 ㉕는 2 3 주기 정도의 파형이 되도록 조정하고 VOLTS/DIV 스위치는 CRT 화면 내에 파형이 들어오도록 적당히 조절한다.

(3) 수직 POSITION ⑲와 ⑳을 적당히 조정하여 파형의 끝부분을 CRT 관면의 수평눈금과 일치시킨다. (그림 1-6 참조)

(4) 수평 POSITION ㉖을 적당히 조정하여 CRT 관면의 중앙 수직선상에 파형의 끝부분이 오도록 조정한다. (이 선에는 0.2 칸 간격의 눈금이 그어져 있다.)

(5) 파형의 위쪽 끝부분과 아래쪽 끝부분의 눈금을 세어서 그 값에다 VOLTS/DIV 스위치의 값을 곱하면 최대값(p-p)이 된다. 예를 들면 그림 1-7 과 같은 파형을 측정하여 그때 VOLTS/DIV 값이 2V 라면 실제는 8.0[V_{P-P}]가 된다. (4.0DIV × 2.0 = 8.0V)

(6) 만약 수직 확대 표시가 ×5 모드이면 측정 값에다 5 를 나누어 준다. PROBE 가 10 : 1 이면 10 배를 곱해 준다.

(7) 100[Hz] 이하의 정현파나 1[kHz] 이하의 구형파를 측정할 때는 AC/GND/DC 스위치를 DC 에 놓는다. 높은 전위의 DC 전압이 실려 있는 파형에서는 상기의

측정이 곤란하므로 이러한 경우에는 AC/GND/DC 스위치를 AC 에 놓고 측정한다.(교류 성분 측정이 필요할 시)

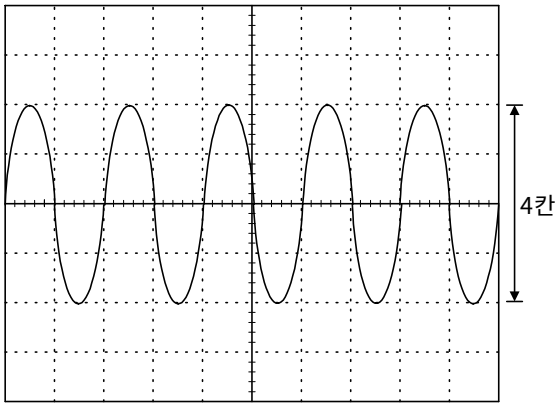


그림 1-6. 최대값(p-p) 측정

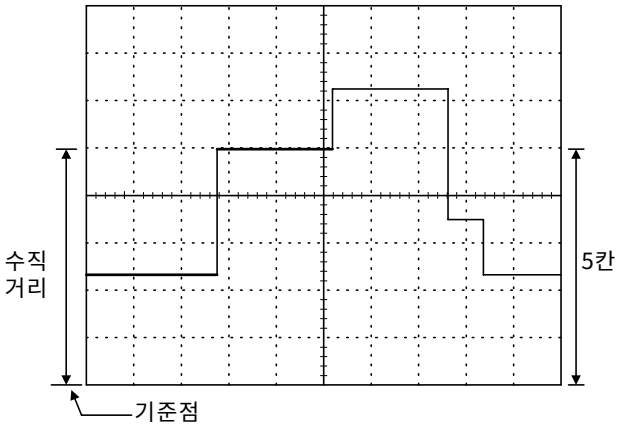


그림 1-7. 순시치 전압 측정

2) 순시치 전압 측정

(1) 오실로스코프의 수직 모드 스위치는 기본측정절차와 같이 설정한다.

(2) TIME/DIV ㉔나 ㉓는 완전한 파형이 되도록 조정하고 VOLTS/DIV 스위치는 4 6 칸이 되도록 조정한다. (그림 1-6 참조)

(3) AC/GND/DC ⑪이나 ⑫를 GND 에 놓는다.

(4) 수직 POSITION ⑲나 ⑳을 돌려 CRT 상 수평눈금의 맨 아래(+ 신호일 때)나 맨 위쪽 (– 신호일 때)에 일치시킨다. 수직 POSITION 조절기는 측정이 끝날 때 까지는 움직여서는 안된다.

(5) AC/GND/DC 스위치를 DC 에 놓는다. + 신호이면 GND 설정 위로 파형이 나타나고, – 신호이면 GND 설정 지점 아래로 파형이 나타날 것이다. 파형에 비해 DC 전압이 크게 실려 있을 경우에는 AC/GND/DC 스위치를 AC 에 놓고 AC 부분만 을 따로 측정한다.

(6) 수평 POSITION ㉙를 움직여 CRT 면의 수직 눈금 중앙에 측정하고자 하는 지점을 일치시켜 그 때의 진폭을 VOLTS/DIV 값에 곱해 준다. 수직 중앙 눈금은 0.2 칸 마다 눈금이 매겨져 있어 측정이 용이하다. 그림 1-7 의 예에서 VOLTS/DIV 스위치가 0.5V 에 위치해 있으면 그 값은 2.5V 가 된다. (5.0 DIV × 0.5 V = 2.5V)

(7) 만약 ×5 확대 측정 시에는 상기 6 항에서 측정한 값에 5 를 나누어 주고 ×10 PROBE 를 사용했을 경우에는 그 값에다 10 을 곱해 준다.

1-11. 시간 간격 측정

동기소인 오실로스로프의 두 번째 중요한 측정이 바로 시간 간격 측정이다. CRT 면에 균등하게 표시되어 있는 눈금은 시간축 스위치에 맞추어 모두 교정이 되어 있기 때문에 시간 간격 측정이 가능하다.

1) 기본 기술

(1) 1 현상 측정의 절차와 같이 스위치를 설정한다.

(2) A TIME/DIV ㉔를 파형이 될 수 있는 한 크게 화면에 나오도록 설정한다. TIME VARIABLE ㉗은 잠김 소리가 날 때까지 시계방향 최대로 들린다. 만약 이렇게 하지 않으면 측정이 부정확하게 되므로 주의하기 바란다.

(3) 수직 POSITION ⑲와 ⑳을 조절하여 수평눈금 중앙에 측정하고자 하는 파형을 일치시킨다.

(4) 수평 POSITION ㉙를 돌려 파형의 왼쪽을 수직눈금에 일치시킨다.

(5) 측정하고자 하는 지점까지의 눈금을 읽는 수평 중앙 눈금에는 0.2 칸까지의 눈금이 매겨져 있다

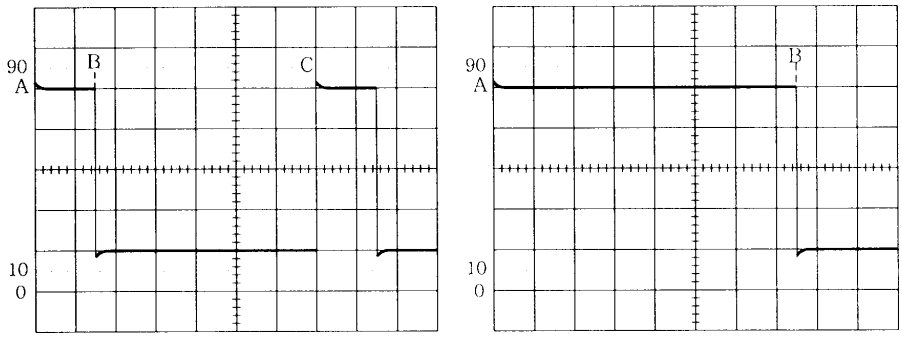
(6) 5 항에서 측정한 눈금과 TIME/DIV 스위치가 설정한 값을 곱하면 구하고자 하는 시간이 된다. 만약 A VARIABLE ㉗이 당겨져 있으면 (× 10 확대 모드) 측

정값에다 10 을 나누어 준다

2) 주기, 펄스 폭, 듀티 사이클 측정

기본 기술에서의 측정을 잘 이용하면 펄스의 주기, 펄스 폭, 듀티 사이클 들을 측정할 수가 있다. 신호의 완전한 주기가 화면에 표시될 때 그때의 주기를 측정할 수가 있는데, 예를 들어 그림 1-8(a)에서 A 와 C 의 1 주기의 측정값은 TIME/DIV 스위치가 10[mS]에 설정되어 있다면 10[ms]×7 = 7[mS]의 주기를 갖는 파형이 된다. 펄스 폭은 A 와 B 의 시간을 말한다. 그림 1-8(a)에서 1.5 칸이므로 1.5DIV × 10[mS] = 15[mS]이 된다. 그런데 여기서 1.5 칸은 거리가 짧기 때문에 TIME/DIV 스위치를 2[mS]에 놓게 되면 그림 1-8(b)와 같이 확대되어 보인다. 그러면 짧은 펄스라도 측정 정확도는 더욱 좋다. TIME/DIV 스위치로도 적게 보일 경우는 A VARIABLE ㉗을 당겨 ×10 확대된 상태에서 측정하여도 좋다. 펄스 폭과 주기를 알면 듀티 사이클을 계산해 낼 수 있다. 듀티 사이클은 펄스의 주기 (ON 시간과 OFF 시간의 합)의 ON 시간에 대한 백분율을 말한다. 그럼 1-8 에서의 듀티 사이클은 다음과 같다.

$$\text{듀티사이클}[\%] = \frac{\text{펄스폭}}{\text{주기}} \times 100 = \frac{A-B}{A-C} \times 100$$



(a) 10[mS] 간격 (b) 2[mS] 간격

그림 1-8. 시간 간격 측정

1-12. 주파수 측정

주파수의 정확한 측정이 필요한 경우에는 주파수 측정기를 사용해야 한다. 오

실로스코프 후면에는 CH1 OUTPUT 커넥터 ㉒가 있어 여기에 주파수 측정기를 연결하게 되면 파형 관측 및 주파수 측정을 동시에 할 수 있는 편리함이 있다. 그러나 주파수 측정기가 없거나 주파수 측정기로는 측정하기 곤란한 변조 파형, 또는 잡음이 많이 실려있는 파형은 오실로스코프로 직접 측정할 수가 있다.

주파수는 주기와 상호 관련이 있다. 우선 간단히 시간 간격 측정에서 나오는 주기 t 를 알았다고 한다면 주파수는 $1/t$ 로 계산하여 간단히 구할 수 있다. 1/t 의 공식을 적용하여 주기가 초 일 때는 주파수는 [Hz]가 되고, 주기가 밀리 초[mS]이면 주파수는 [kHz], 주기가 마이크로 초[μS]이면 주파수는 [MHz]가 된다. 주파수의 정확도는 시간축의 정확한 교정과 세밀한 주기측정에 의해 결정된다.

1-13. 위상차 측정

위상차나 신호 사이의 위상각은 2 현상 측정법을 이용하거나, X-Y 모드에서 리사쥬 도형법으로 측정할 수 있다.

1) 2 현상 측정법

이 방법은 어떤 형태의 입력 파형에서도 가능하다. 파형이 서로 다를 경우나 위상차가 클 경우에도 40[MHz]까지는 측정이 가능하다. 측정 방법은 아래와 같다.

(1) 2 현상 측정의 절차와 같이 스위치를 설정한다. 한 신호를 CH1 IN 커넥터 ⑨에, 다른 신호 CH2 IN 커텍터 ⑩에 연결한다. 주파수가 높아질 경우에는 동일한 PROBE 를 쓰거나 지연시간이 같은 동축 케이블을 사용하여야 측정 오차를 줄일 수 있다.

(2) TRIGGER SOURCE ㉜를 안정된 파형쪽으로 설정한다. 이때 다른 파형은 수직 POSITION 조절기를 조정하여 파형이 보이지 않게 위나 아래로 보낸다.

(3) 수직 POSITION 으로 조정한 파형을 중심에 이동시킨다. VOLTS/DIV 와 VARIABLE 을 조정하여 파형이 6 칸을 차지하도록 잘 맞춘다.

(4) TRIGGER LEVEL ㉞를 적절히 조정하여 수평눈금의 시작점에 파형의 시작점을 정확히 맞춘다. (그림 1-9 참조)

(5) A TIME/DIV ㉔, TIME VARIABLE ㉗, 수평 POSITION ㉙를 적절히 조정하여 파형의 1 주기가 7.2 칸이 되도록 조정한다. 그러면 수평눈금 하나는 50^{o} 가 되

고 작은 눈금하나는 10° 가 된다.

(6) 보이지 않게 움직여 놓은 다른 파형도 수평 눈금 중앙에 오도록 3 항에서와 같은 절차를 수행한다.

(7) 두 파형의 수평축상에서의 시작점 사이의 거리가 곧 위상차가 된다. 예를 들면, 그림 1-9 에서는 보이는 위상차가 5.2 칸이므로 60° 가 된다.

(8) 만약 위상차가 50° 이내이면 × 10 확대 모드를 이용하여 세밀히 측정할 수도 있다. 이때의 한 칸은 5°를 나타내는데 유의하길 바란다.

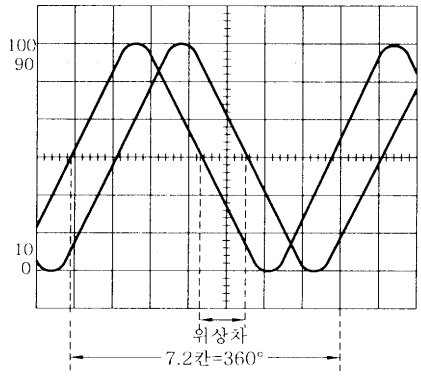
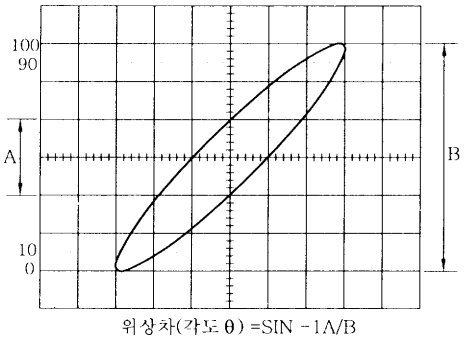
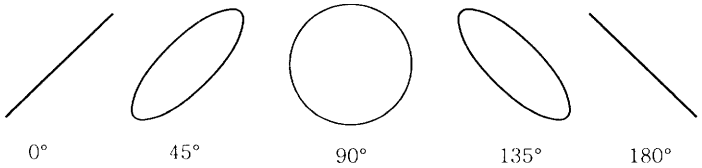


그림 1-9. 2 현상 측정법에 의한 위상 측정



(a) 위상각 계산



(b) 위상각에 따른 리샤쥬 형태

그림 1-10. 리샤쥬 도형법에 의한 위상 측정

2) 리샤쥬 도형법

이 방법은 입력 파형이 정현파일 경우에만 가능하다. 수평 증폭기의 대역폭에 따라서 측정은 500[kHz] 이상도 가능할 수가 있다. 특성에서 규정한 최대 정확도를 유지하기 위해서는 50[kHz] 이하에서 측정하는 것이 좋다. 리샤쥬 도형법에 의한 위상차 측정방법은 아래와 같다.

(1) TIME/DIV 스위치를 최대 시계방향으로 돌려 X-Y 위치에 설정한다. 이때 CRT 상에 휘도가 너무 밝아 형광면을 손상시키는 경우가 있기 때문에 휘도를 적당히 낮추기 바란다

(2) CH2 POSITION ⑳과 PULL ×10 MAG ㉗을 눌러진 상태로 한다.

(3) 한 신호를 CH1, X IN 커넥터 ⑨, 다른 신호는 CH2, Y IN 커넥터 ⑩에 연결한다.

(4) CH2 수직 POSITION ⑳으로 파형이 관면의 중앙에 오도록 조정하고 CH2 VOLTS/DIV ⑭와 VARIABLE ⑯을 함께 조정하여 파형이 6 칸이 되도록 조정한다. (파형은 100[%]와 0[%] 눈금선상에 존재한다.)

(5) CH1 VOLTS/DIV ⑬과 VARIABLE로 4항과 같이 수평으로 6칸이 되도록 조정한다.

(6) 수평 POSITION ㉙로 정확하게 조정하여 파형이 수평 중앙에 오도록 조정한다.

(7) 파형이 수직 중앙 눈금에서 몇 눈금을 지시 하는가를 센다. 만약 세밀한 측정을 위해서는 CH2 POSITION으로 움직이면서 세어도 무방하다.

(8) 두 신호의 위상차 (각도 θ)는 A÷B(7 항에서 6으로 나눈 수)의 Arcsine 값과 같다. 예를 들어 그림 10(a)와 같은 파형일 때 7 항에 의해서 계산하면 2÷6 = 0.3334의 Arcsine 값인데, 각도로 환산하면 19.5° 가 된다.

$$\text{위상차(각도}\theta) = \text{Sin}^{-1}\frac{A}{B}$$

(9) 간단한 방법으로 90 ° 보다 작은 각도에서는 바로 적용이 가능하다. 90 ° 보다 큰 각도에 대해서는 90 ° 씩을 더해주는데 그림은 그림 1-10(b)의 여러 위상각을 보고 결정한다.

1-14. 상승시간 측정

상승시간은 총 펄스 진폭의 상승부 10[%]부터 90[%]까지의 도달시간을 말한다. 하강시간은 총 펄스 진폭의 하강부 90[%]로부터 10[%]까지의 도달시간을 말한다. 상승 시간 및 하강 시간을 통틀어서 모두 과도 시간이라고 하고 측정은 같은 방법으로 한다. 상승 및 하강 시간의 측정방법은 아래와 같다.

(1) 측정하고자 하는 펄스를 CH1 IN 커넥터 ⑨에 연결하고 AC/GND/DC ⑪은 AC에 놓는다.

(2) TIME/DIV ㉔를 조정하여 펄스가 2 주기 정도 나타나도록 한다. A VARIABLE ㉗을 최대 시계방향으로 돌리고 눌러진 상태로 측정한다.

(3) CH1 POSITION ⑲를 조정하여 펄스를 수직 중앙에 일치시킨다.

(4) CH1 VOLTS/DIV ⑬을 조정하여 펄스의 위 부분이 100[%] 눈금선에 펄스의 아래 부분이 0[%]의 눈금선에 가장 가깝게 한다. 맞지 않을 경우는 양쪽 눈금선을 약간 벗어나게 하여 VARILBLE ⑮를 반시계 방향으로 조금 돌려 100[%]선과 0[%]선에 정확히 맞춘다. (그림 13 참조)

(5) 수평 POSITION ㉙를 조정하여 펄스의 상승부가 수직 중앙 눈금에 (10[%] 지점에서 만남) 오도록 한다.

(6) 주기에 비하여 느린 상승시간은 확대할 필요가 없기만 상승시간이 짧아서 거의 수직눈금과 일치할 정도이면 A VARIABLE/PULL ×10MAG ㉗을 당겨서 5항과 같이 조정한다. (그림 1-11(b) 참조)

(7) 수평상으로 10[%] 지점 (수직 눈금 중앙)과 90[%] 지점과의 사이의 눈금을 센다.

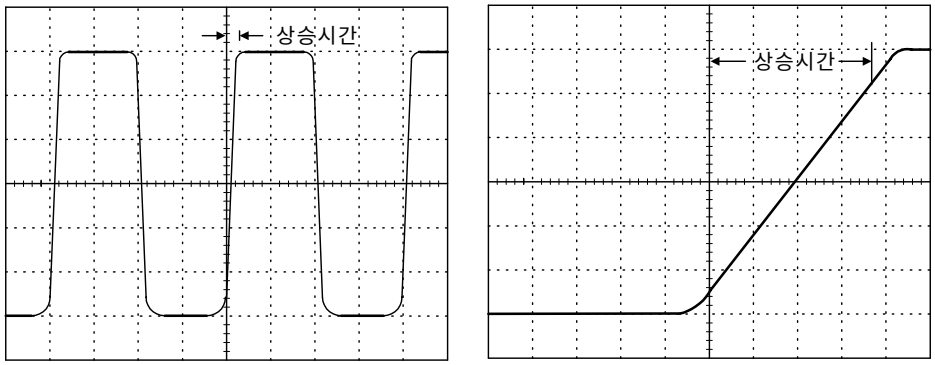
(8) 7 항에서 세어둔 값과 A TIME/DIV 스위치의 숫자값을 곱하면 상승시간이 된다. 만약 ×10 확대 모드일 경우는 그 값에다 10 을 나누어 준다. 예를 들면 A TIME/DIV 스위치가 1[μS]에 설정되어 있을 때 그림 1-11(a)와 같이 측정되었다면 상승시간은 360[nS]이 된다. (1000nS ÷ 10 = 100nS, 100nS × 3.6DIV = 360nS : ×10 확대 모드)

(9) 하강시간을 측정할 때는 하강시점의 10[%]되는 지점을 수직중앙 눈금에 일치시키고, 7 항과 8 항 절차에 따라 측정하면 된다.

(10) 상승과 하강시간을 측정할 때에는 8.8[nsec]의 과도 시간이 포함되어 있음에 유의해야 한다. 이러한 오차는 측정시간이 35[nsec] 이상일 경우는 무시해도 좋기만 그 보다 짧을 경우에는 다음 공식에 의해서 구한다.

$$t_C = \sqrt{\left(t_m^2 - 77\right)}$$

t_c : 실제 과도시간, t_m : 측정 과도시간

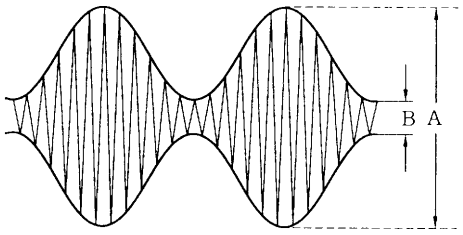


(a) 기본 표시 설정 (b) 수평 확대 표시

그림 1-11. 상승시간 측정

1-15. AM 변조도 측정

변조도 측정 방법에는 여러 가지 있으나 엔벨로프(Envelop) 방식을 보면, 캐리어 주파수가 오실로스코프의 주파수 대역일 경우에만 사용할 수 있다.



$$\text{변조도}(\%) = \frac{A-B}{A+B} \times 100$$

그림 1-12. AM 변조도 측정