

6.9 Class C Amplifier

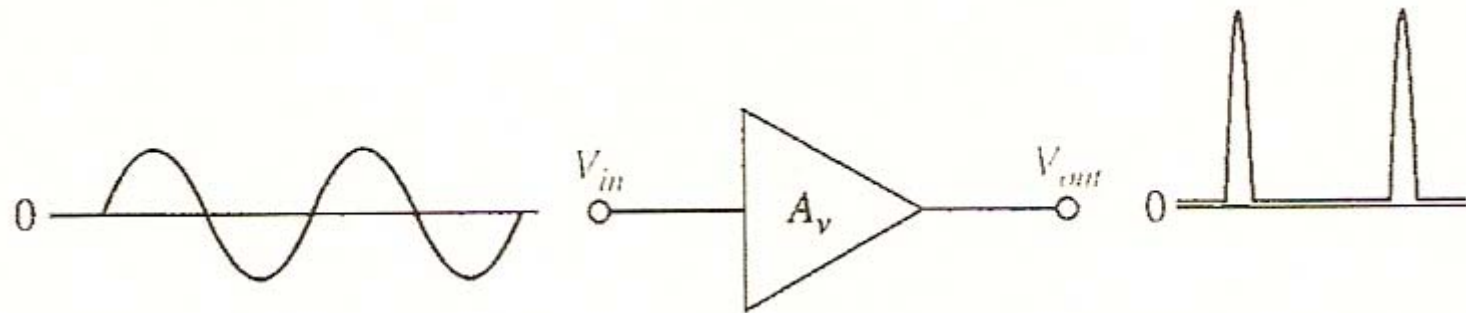
C급 증폭기 -180° 미만에서 도통될 수 있는 바이어스

효율 - A급이나 B급 푸쉬풀, AB급 푸쉬풀 증폭기 보다 효율이 훨씬 높다.
이것은 C급 동작으로 부터 더 큰 출력전력을 구할 수 있다.

출력파형이 심하게 일그러지므로 무선주파 동조 증폭기에 사용된다

동조회로의 L과 C가 커지는 것을 피하기 위해 항상 20KHz 이상은 무선
주파수에서 사용된다

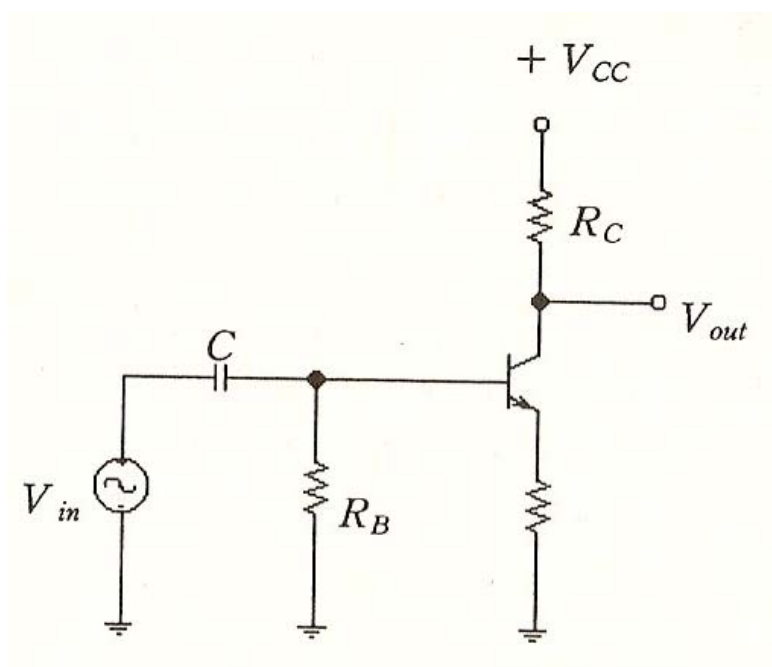
C급 증폭은 일반적 신호증폭이 아닌 좁은 대역의 무선주파수만을 증폭
하는 특수한 목적에 사용된다



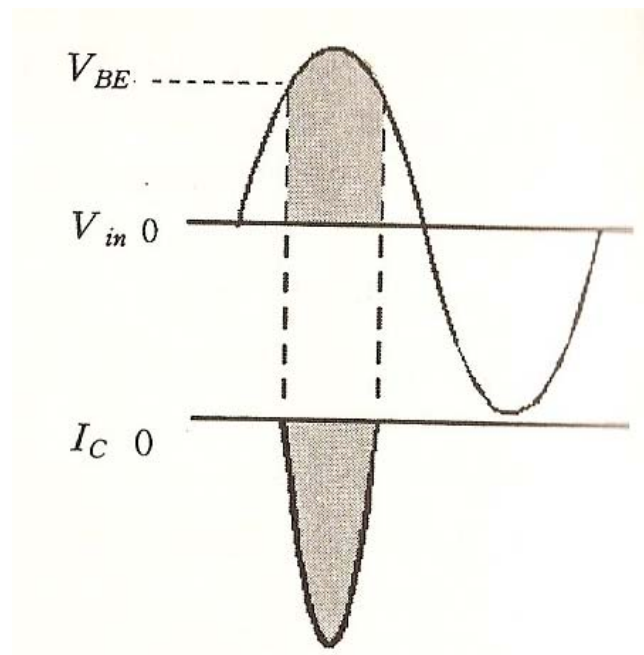
C급 증폭기의 동작(비반전)

6.9.1 기본동작

교류 신호원전압의 첨두치가 V_{BE} 보다 약간 크므로 입력주기의 정(+)첨두 부분에서 짧은 기간 동안 베이스 전압은 베이스 이미터 접합의 전위 장벽보다 크게 되며 이 시간동안 트랜지스터가 도통된다



기본적인 C급 증폭기 회로



입력전압과 출력전류 파형

교류부하선을 이용하면, 공통 이미터 증폭기의 경우

$$I_{c(sat)} = I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{R_C}$$

$$V_{CE(sat)} = V_{CEQ} + I_{CQ}R_C$$

C급 증폭기에서 $I_{CQ}=0$ 이고 $V_{CEQ}=V_{CC}$ 이므로 최대 컬렉터전류는

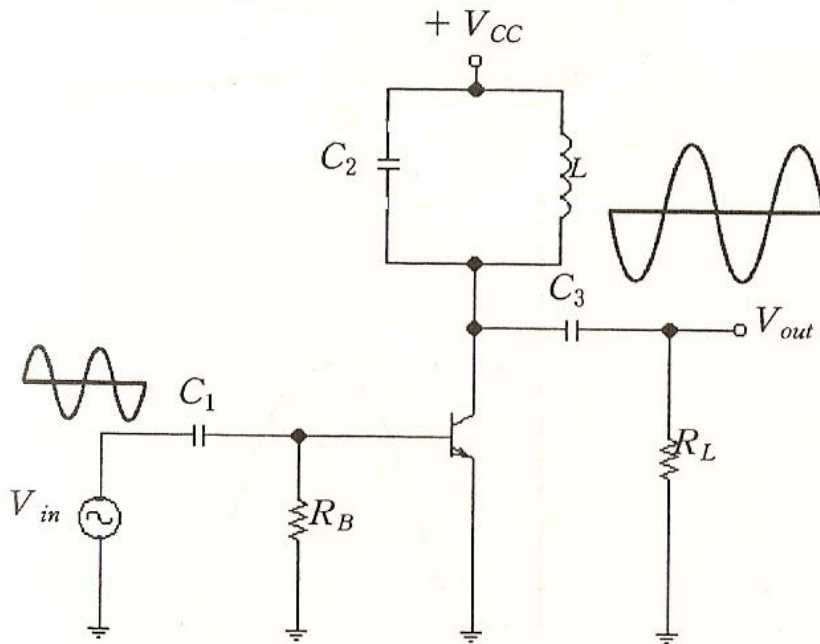
$$I_{c(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

최소 컬렉터전류는

$$V_{CE(sat)} = V_{CC}$$

6.9.1 동조증폭기(Tuned Amplifier)

공통 이미터 C급 증폭기는 출력전압이 입력파형과 다르기 때문에 선형적 응용에는 사용하지 않는다.



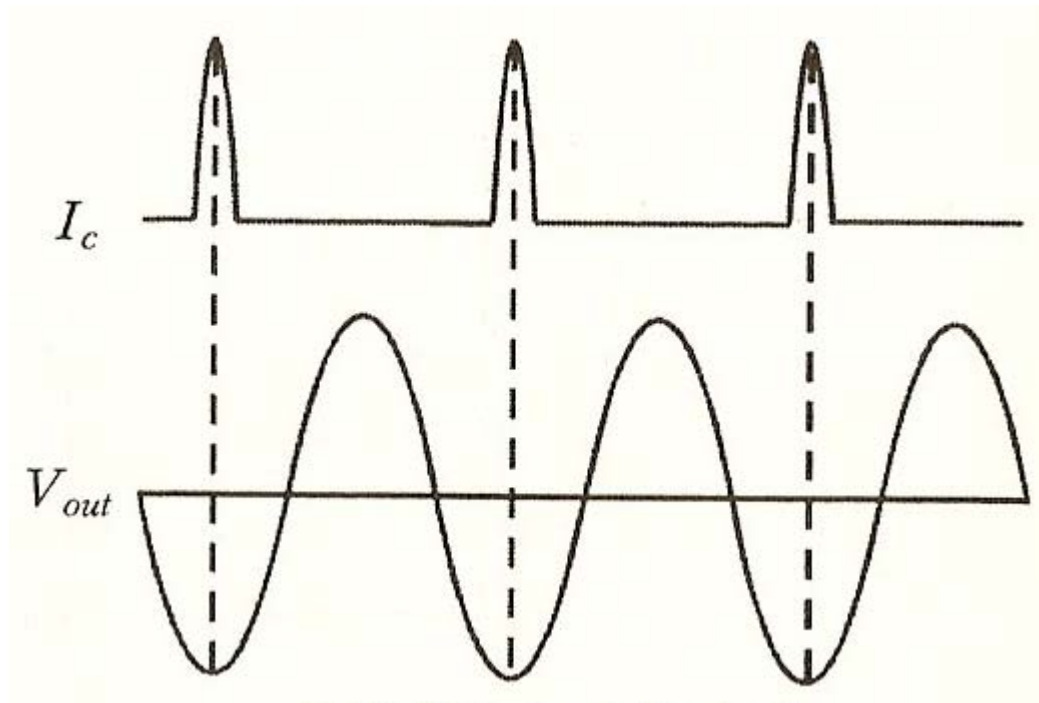
a) 기본회로

병렬공진회로(Tank)를 갖는 C급 증폭기로 이용되고 있다.

공진회로의 공진주파수는 공식에 의해 결정된다. $f_r = 1/2\pi\sqrt{LC}$

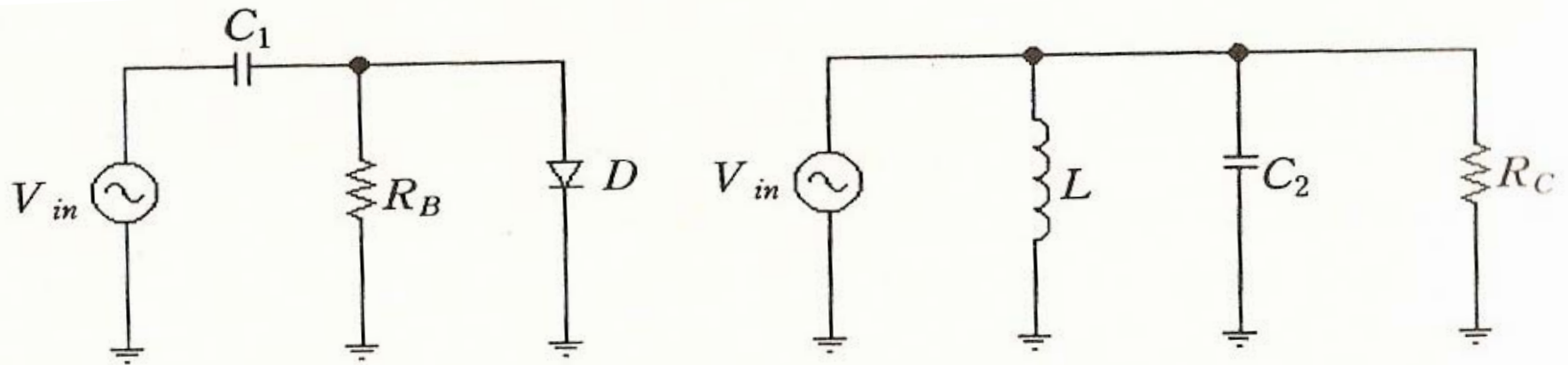
공진주파수에서 병렬 공진회로의 임피던스는 매우 크며, 순저항이 된다

동조회로의 Q가 10보다 크다는 가정 하에서 가능하고 회로가 공진주파수에 동조 되었을 때 R_L 양단전압은 최대이며 정현파가 된다

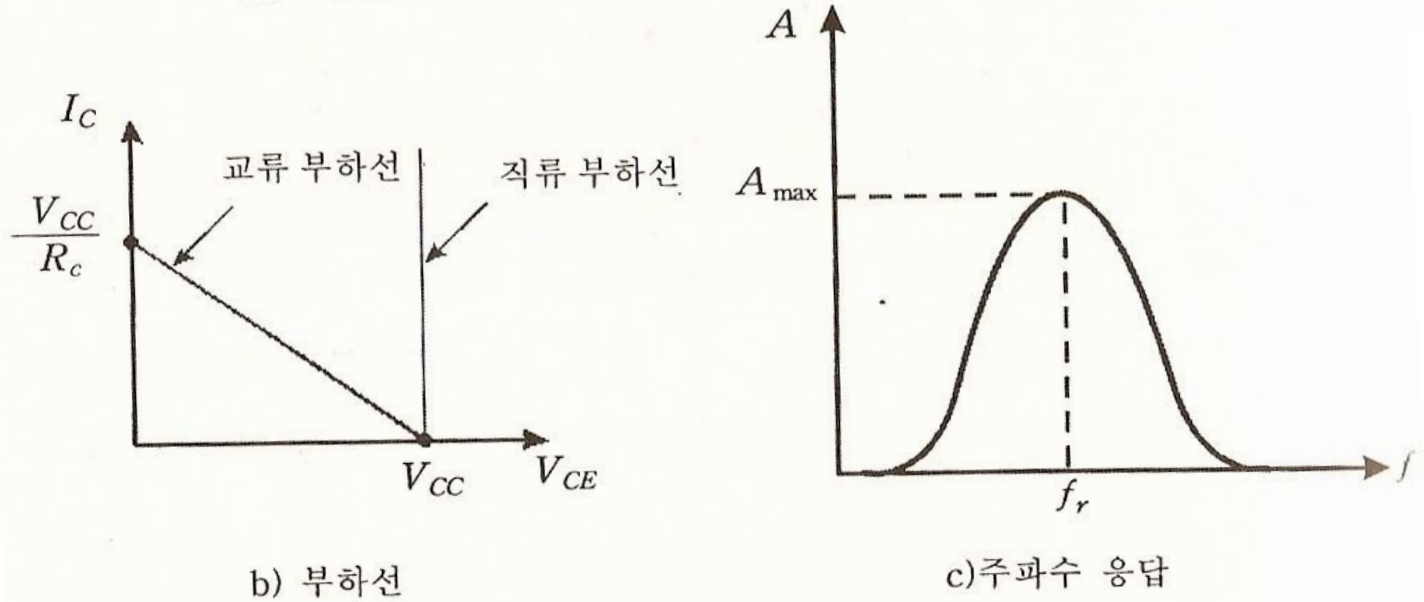


출력전류와 전압 파형

출력 정현파 전압을 만들기 위해서는 각 입력 주기마다 콜렉터전류의 짧은 펄스를 만들고 공진회로의 진동을 유지 시켜야한다.



a) Q값이 10보다 클 경우의 등가회로



b) 부하선

c) 주파수 응답

C급 증폭기의 주파수 응답

그림 a) 공진회로의 Q가 100이상일 때 근사적 등가회로이다

C급 증폭기에서 입력측 커패시터는 직류 부 클램퍼로 작용하며 입력측에 가해진 신호는 부로 크램프된다

출력측 컬렉터 전류원은 병렬 공진회로를 구동시킨다

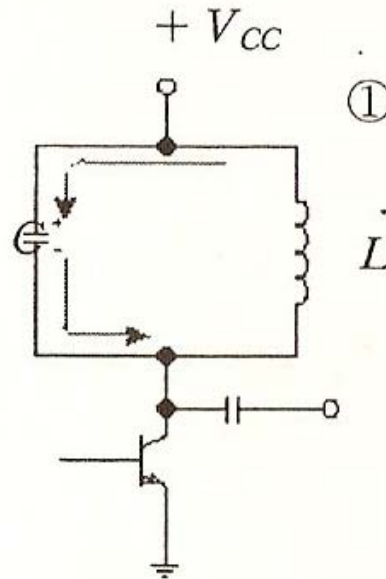
공진 상태에서 피크-피크 부하 전압은 최대가 된다

공진회로의 대역폭은
$$B = \frac{f_r}{Q}$$

Q가 크면 대역폭이 좁아져 등가적으로 날카롭게 동조된다

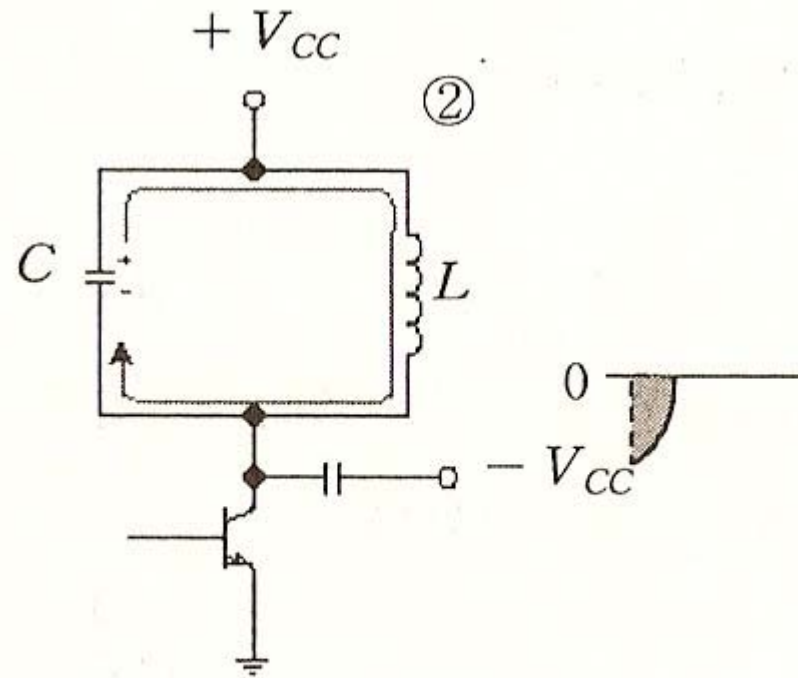
Q는 거의 100이상이므로 대역폭이 공진주파수의 10%미만이다

공진회로 동작 순서



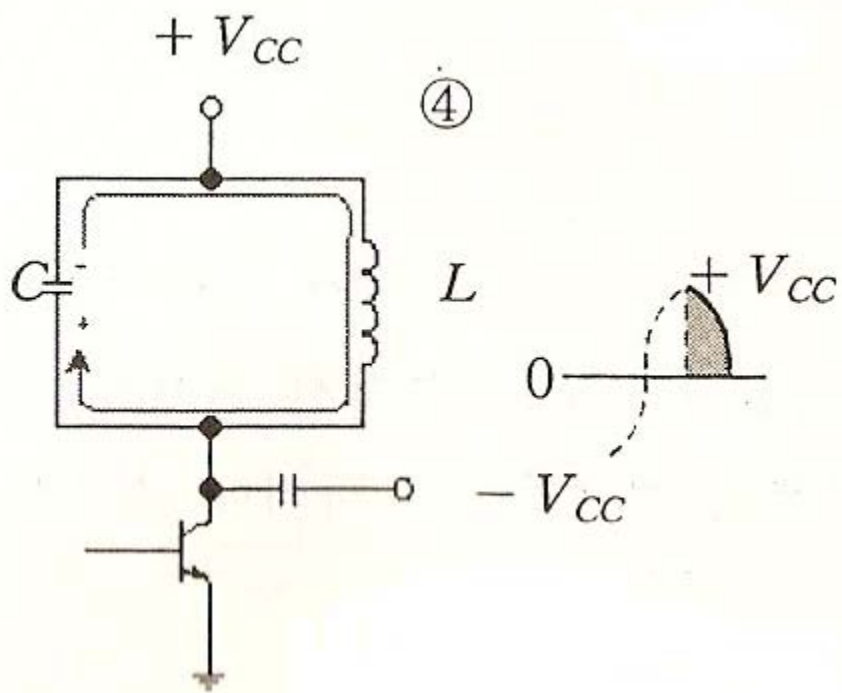
a) TR 도통시 C 는 $+V_{CC}$ 충전

커패시터를 $+V_{CC}$ 까지 충전시킨다

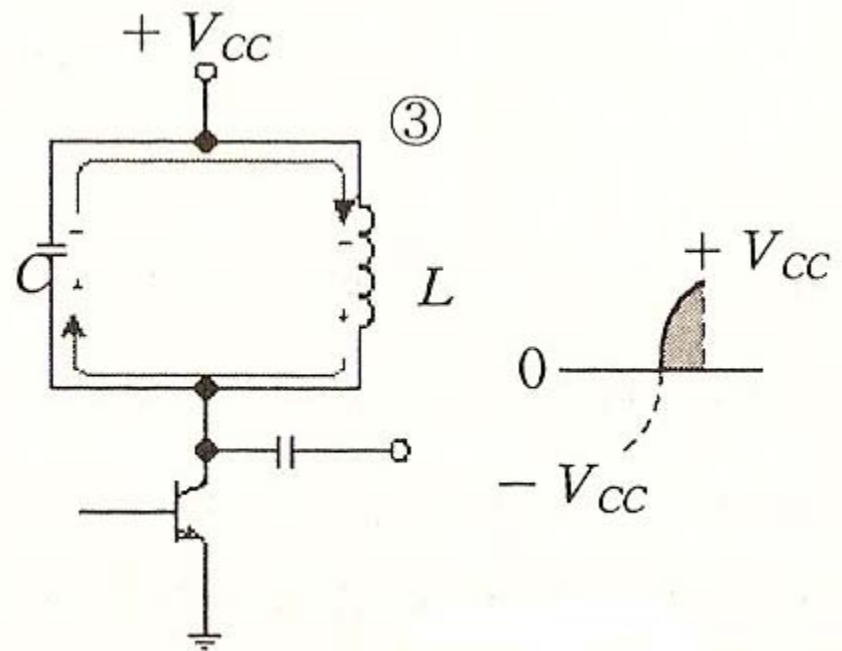


b) C 는 0V로 방전

충전된 전압은 급속히 방전되어 인덕터를 충전 시킨다

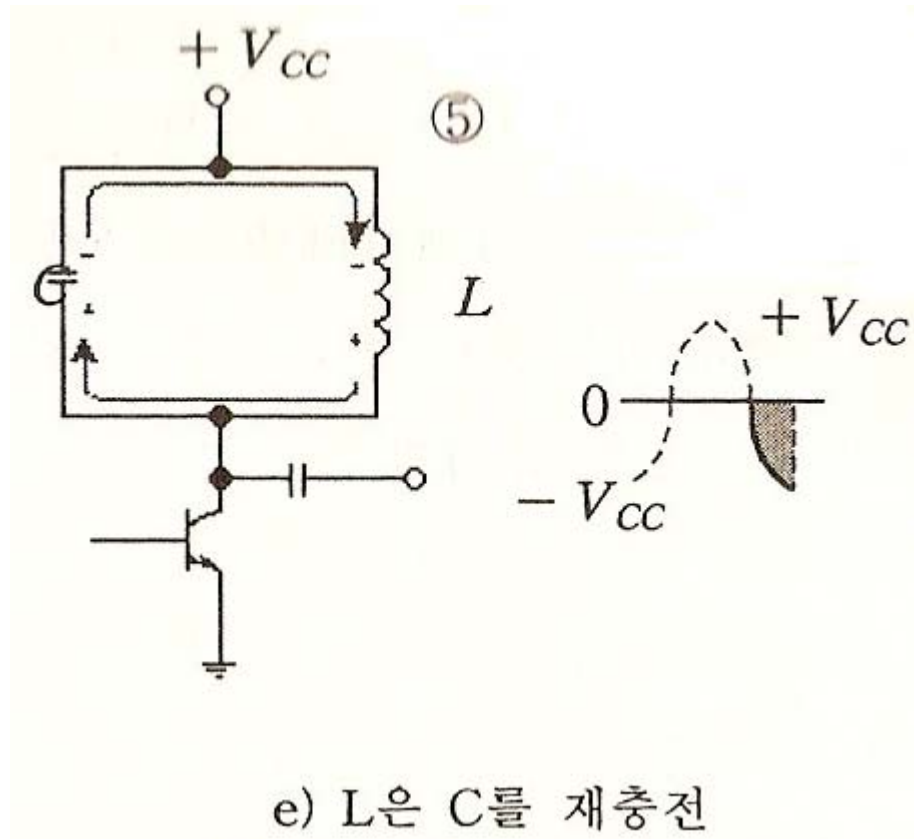


c) C는 방전



d) L은 반대방향으로 C를 재충전

커패시터가 완전히 방전된 후 인덕터의 자장은 사라지고 충전과는 반대로 커패시터를 급속히 재충전 시킨다



인덕터는 권선저항으로 인한 에너지 손실 때문에 이전의 첨두값 보다는 작은 정(+)의 첨두값으로 커패시터를 충전 두 번째 반주기를 만든다.

6.9.3 전력(Power)

교류 부하선에 따른 최대 전압은 V_{CC} 이다

신호가 신호가 가해지면 V_{CE} 에서 공진회로 양단의 peak-peak는 $2V_{CC}$ 이므로
최대 출력전력은

$$P_{out} = \frac{V_{rms}^2}{R_c} = \frac{(0.707 V_{CC})^2}{R_c}$$

$$P_{out} = \frac{0.5 V_{CC}^2}{R_c}$$

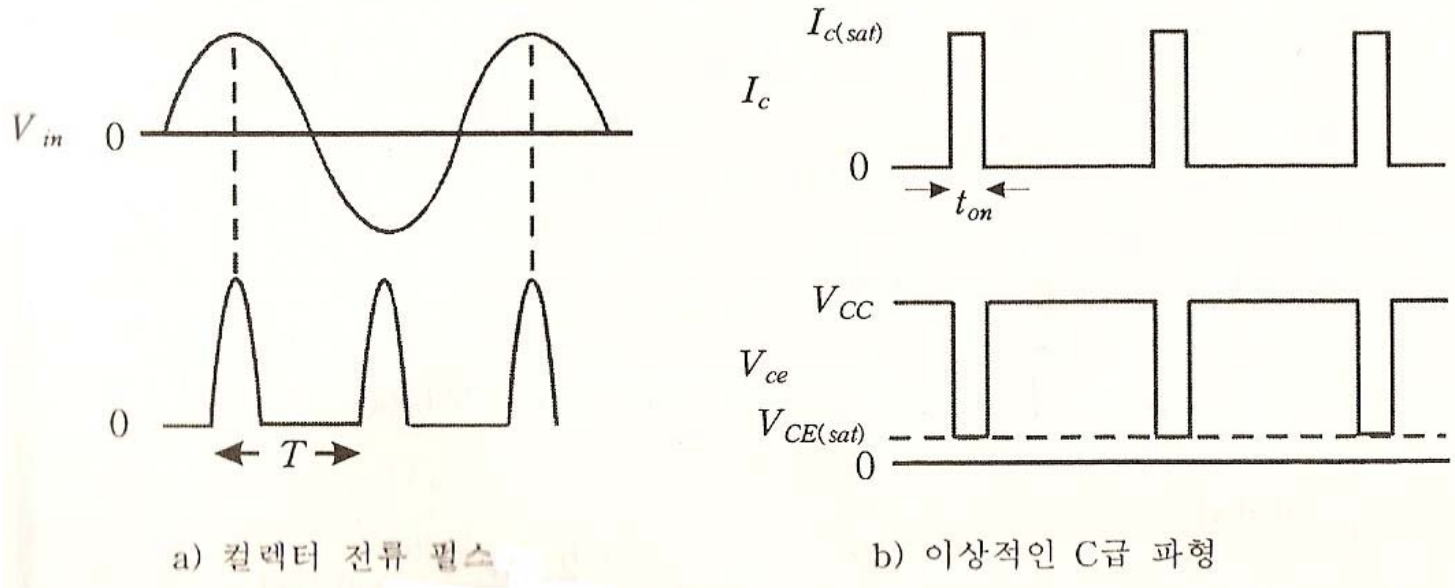
R_c 는 콜렉터 공진회로 등가 병렬저항으로 코일저항과 부하저항의 병렬이다
최대 출력은 교류 부하선 전체가 사용될 때 발생한다.

C급 증폭기는 교류 부하선 전체를 사용하므로 최대 출력과 최대효율이 구해진다.

$$P_T = P_{out} + P_{D(avg)}$$

6.9.4 전력손실(Power Loss)

C급 증폭기의 트랜지스터는 짧은 시간 동안만 도통되므로 전력손실이 적다



- a)는 컬렉터전류의 펄스로 펄스 사이의 시간은 교류 입력전압 주기(T)와 같다
- b)는 트랜지스터가 도통되어 있는 동안 컬렉터전류와 전압의 펄스를 사용하여 구할 수 있다

트랜지스터가 도통되는 시간 동안 전류의 크기 $I_{C(sat)}$

전압의 크기 $V_{CE(sat)}$

그러므로 전력 손실은 $P_{D(on)} = V_{CE(sat)} I_{C(sat)}$

트랜지스터가 짧은 시간 동안만 도통되고 입력 주기의 남은 기간은 차단된다

그러므로 전체 부하선이 사용되었다면 평균 전력 손실은

$$P_{D(avg)} = \left(\frac{t_{on}}{T} \right) P_{D(on)}$$

$$P_{D(avg)} = \left(\frac{t_{on}}{T} \right) V_{CE(sat)} I_{C(sat)}$$

6.9.5 효율(Efficiency)

C급 증폭기는 동기된 전류 펄스를 얻기 위해 입력신호를 부로 클램프 시키고 기본 주파수를 재생하기 위해 Q값이 큰 공진회로를 사용한다

바이어스 저항이 없으면 보다 적은 출력 전류가 흐르며 전류 펄스의 폭이 좁아져 트랜지스터의 소비 전력은 A급.B급 증폭기보다 적어서 출력전류는 적어지며 효율은 높아진다

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{D(avg)}}$$

C급 증폭기의 효율은 1(100%)에 근접한다

$$P_{out} \gg P_{D(avg)}$$