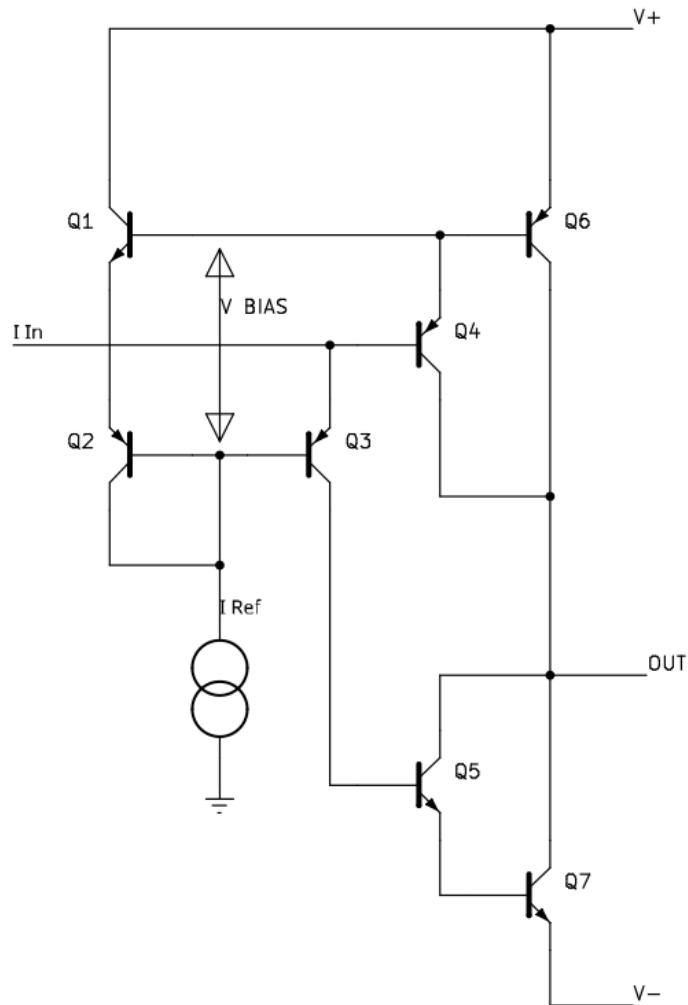


## Non-switching Class AB design

Skjemaet nedenfor viser delvis designet til Jager et al. [1] for å realisere et non-switching klasse AB utgangstrinn. Styrestrømmen fra inngangstrinnet kalles  $I_{In}$ . Utgangen (OUT) kommer fra Darlingtong-utgangstransistorene  $Q_4/Q_6$  og  $Q_5/Q_7$ . Effekt-transistorene er  $Q_6$  og  $Q_7$ , mens driverne er  $Q_4$  og  $Q_5$ . Vær oppmerksom på at disse transistorene fungerer i vanlig felles emitter konfigurasjon. Dette innebærer at utgangsimpedansen med åpen sløyfe er ganske høy. Det krever en ganske høy åpen-sløyfeforsterkning for å realisere en lav utgangsimpedans med lukket sløyfe. En kontrollsløyfe er realisert av transistorene  $Q_1$ - $Q_4$ .



Det ses at:

$$V_{BIAS} = V_{BE1} + V_{BE2} = V_{BE3} + V_{BE4} \quad (1)$$

Generelt has (Ebers-Moll, tilnærmet):

$$I_C = I_S e^{V_{BE}/V_T} \quad (2)$$

der:

$I_C$ : Kollektorstrøm

$V_{BE}$ : Base-emitterspenning

$I_S$ : Lekkstrøm

$V_T$ : Termisk spenning,  $V_T = kT/e$

$k$ : Boltzmann konstant:  $1.3806 \cdot 10^{-23}$  J/K

$T$ : Absolutt temperatur [K]

$e$ : Elementærladning:  $1.602 \cdot 10^{-19}$  C

Fra ligning 2 has dermed:

$$V_{BE} = V_T \ln \frac{I_C}{I_S} \quad (3)$$

Fra ligning 1 og 3 kan vi dermed utlede:

$$V_{BIAS} = V_T \ln \frac{I_{C1}}{I_S} + V_T \ln \frac{I_{C2}}{I_S} = V_T \ln \frac{I_{C3}}{I_S} + V_T \ln \frac{I_{C4}}{I_S} \quad (4)$$

Siden  $I_{C1} = I_{C2} = I_{Ref}$  tilnærmet, fås:

$$V_{BIAS} = V_T \ln \frac{I_{Ref}^2}{I_S^2} = V_T \ln \frac{I_{C3} \cdot I_{C4}}{I_S^2} \quad (5)$$

som leder til uttrykket:

$$I_{Ref}^2 = I_{C3} \cdot I_{C4} \quad (6)$$

Vi kan anta at:

$$I_{C4} = I_{C5} = h_{FE} I_{C3} \quad (7)$$

der  $h_{FE}$  er transistorens strømforsterkning, her antatt den samme for alle transistorer. Ved å kombinere ligning 6 og 7, fås:

$$I_{C4}^2 = h_{FE} \cdot I_{Ref}^2 \Rightarrow I_{C4} = I_{C5} = I_{Ref} \sqrt{h_{FE}} \quad (8)$$

Det ses at funksjonen til  $Q_1$  er å isolere  $Q_6$  fra kontrollsløyfen. Dermed unngås termisk 'runaway' og svitsjeforvrengning.

Strømforsterkningen  $I_{OUT}/I_{IN}$  for utgangstrinnet er tilnærmet gitt av:

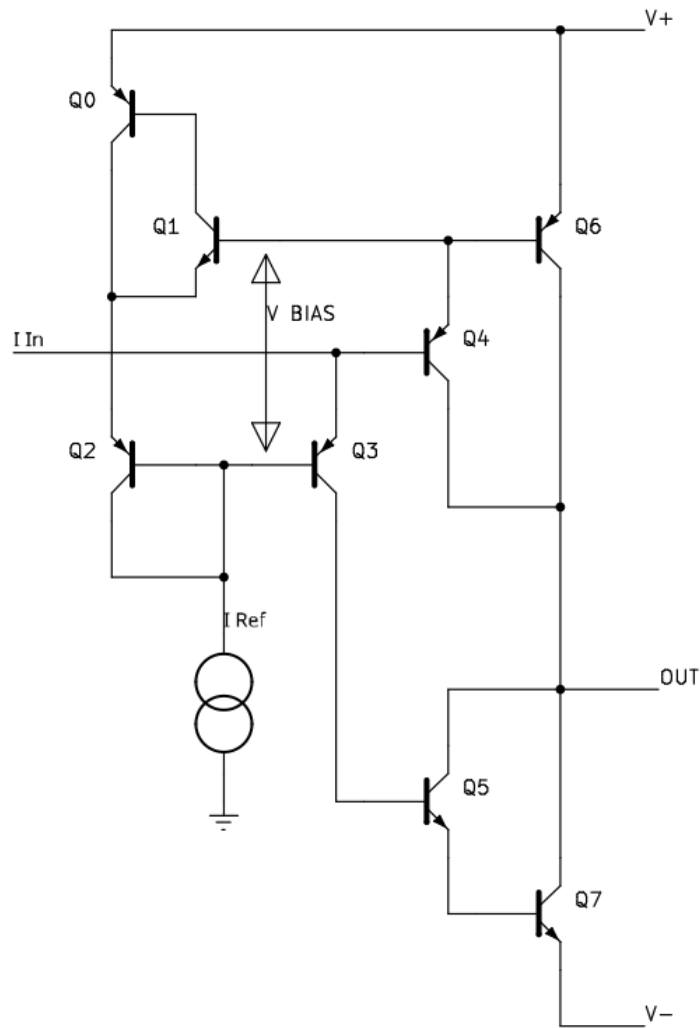
$$A_1 = h_{FE}^2 \quad (9)$$

Kontrollsløyfen kan optimaliseres ved å tilføre en transistor til, transistoren  $Q_0$  som vist i figuren nedenfor. Nå er kollektorstrømmen til  $Q_1$  redusert med strømforsterkningen. Så ved å sette inn  $I_{Ref} = I_{C2} = h_{FE} I_{C1}$  i ligning 4, has:

$$V_{BIAS} = V_T \ln \frac{I_{Ref}}{h_{FE} \cdot I_S} + V_T \ln \frac{I_{Ref}}{I_S} = V_T \ln \frac{I_{C3}}{I_S} + V_T \ln \frac{I_{C4}}{I_S} \quad (10)$$

Dette leder til:

$$\frac{I_{Ref}^2}{h_{FE}} = I_{C3} \cdot I_{C4} \quad (11)$$



Ved å bruke ligning 7, kan vi skrive:

$$\frac{I_{Ref}^2}{h_{FE}} = I_{C3} \cdot I_{C4} = \frac{I_{C4}}{h_{FE}} \cdot I_{C4} \quad (12)$$

Da får vi uttrykket (sammenlign med ligning 8):

$$I_{C4} = I_{C5} = I_{Ref} \quad (13)$$

Som resultat er hvilestrømmen til effekt-transistorene nå gitt ved:

$$I_{C6} = I_{C7} = h_{FE} \cdot I_{Ref} \quad (14)$$

Kontrollsløyfen styrer nå hvilestrømmen til effekt-transistorene direkte ved hjelp av referansestrømmen  $I_{Ref}$ .

## Referanse:

1. Wim de Jager, Erik van der Ven and Ed van Tuyt: A new Class-AB design, Electronics World December 1999.

© [Knut Harald Nygaard](mailto:Knut.Harald.Nygaard)