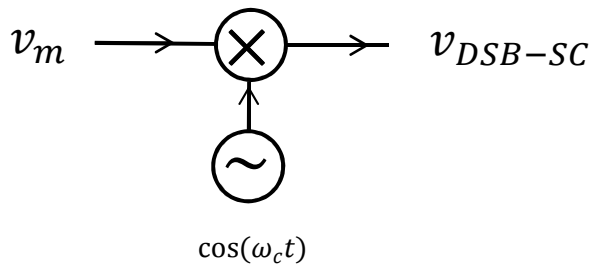


## Exempel på AM modulatorer och demodulatorer

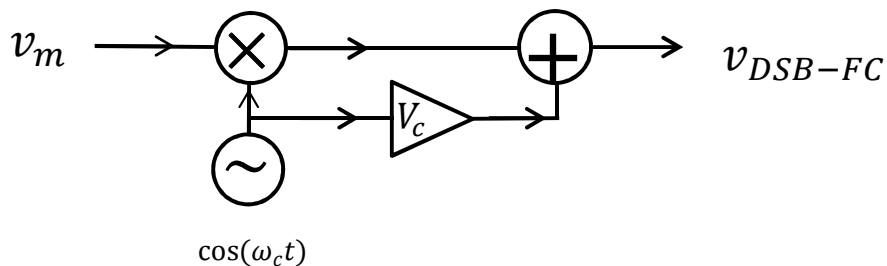
### DSB-SC modulator



$$v_m = V_m \cos(\omega_m t)$$

$$v_{DSB-SC} = \frac{V_m}{2} [\cos((\omega_c + \omega_m)t) + \cos((\omega_c - \omega_m)t)]$$

### DSB-FC modulator

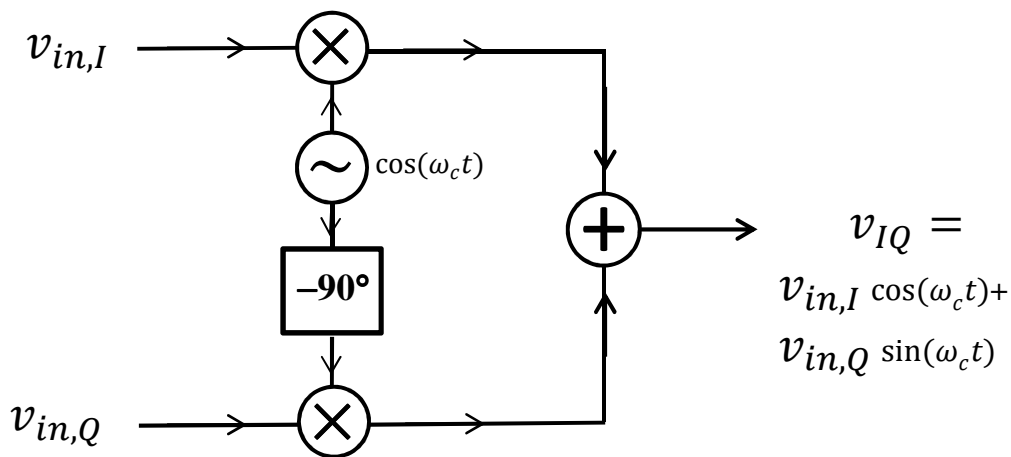


$$v_m = V_m \cos(\omega_m t)$$

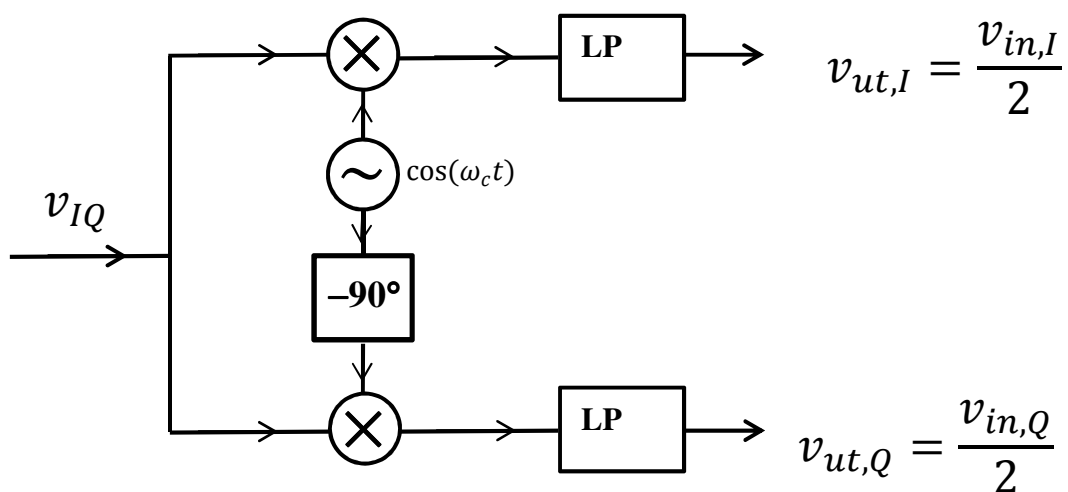
$$\begin{aligned} v_{DSB-FC} &= V_c \left[ 1 + \frac{V_m}{V_c} \cos(\omega_m t) \right] \cos(\omega_c t) = \\ &= V_c \cos(\omega_c t) + \frac{V_m}{2} [\cos((\omega_c + \omega_m)t) + \cos((\omega_c - \omega_m)t)] \end{aligned}$$

## Kvadratur-AM modulator (och även I/Q modulator)

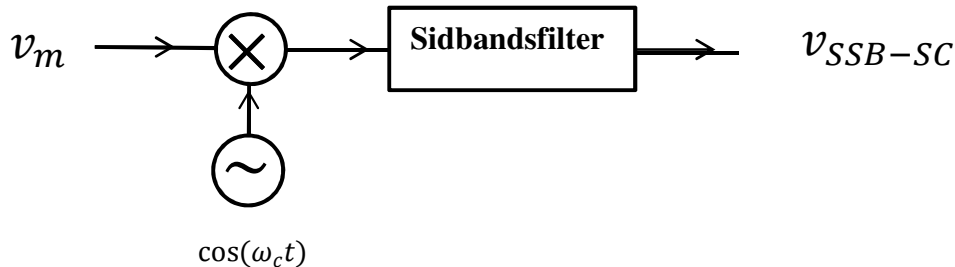
Fasvridaren ( $-90^\circ$ ) omvandlar cosinus till sinus. Två signaler som är fasvridna  $90^\circ$  relativt varandra är i "kvadratur". Indexen "I" & "Q" nedan anger att den insignalskomponenten multipliceras i fas respektive i kvadratur med bärvågsoscillatorn.



## Kvadratur-AM demodulator (och även I/Q demodulator)



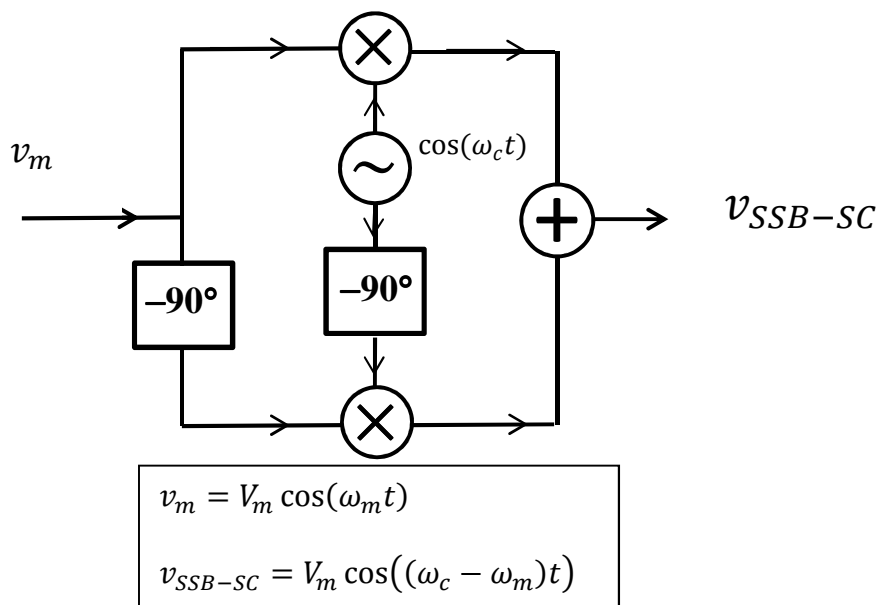
## SSB-SC modulator: Filtermetoden (Carsons metod)



$$v_m = V_m \cos(\omega_m t)$$

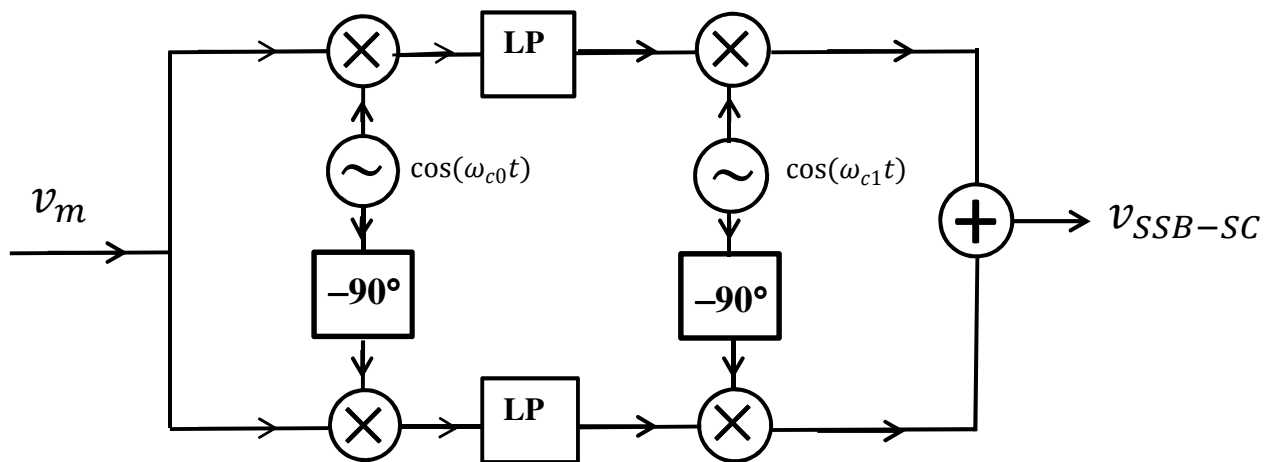
$$v_{SSB-SC} = \frac{V_m}{2} \cos((\omega_c - \omega_m)t) \text{ eller } \frac{V_m}{2} \cos((\omega_c + \omega_m)t) \text{ beroende p\u00e5 filtrets karakt\u00e4r}$$

## SSB-SC modulator: Fasmetoden (Hartleys metod)



Den f\u00f6rsta fasvridaren (som verkar p\u00e5 insignalen) ben\u00e4mns \u00e4ven Hilbertfilter. Om meddelandet inte \u00e4r entonigt, s\u00e5 m\u00e5ste fasvridaren klara av att g\u00f6ra ett  $90^\circ$  fasskift p\u00e5 alla ing\u00e5ende frekvenser, matematiskt kan detta implementeras med en s.k. Hilberttransform. Den andra fasvridaren \u00e4r enklare att realisera tekniskt eftersom den beh\u00f6ver ge korrekt fasskift p\u00e5 en enda frekvens ( $\omega_c$ ).

## SSB-SC modulator: "Tredje metoden" (Weavers metod)



$\omega_{c0}$  är ungefär i mitten av det frekvensband där meddelandet är, i vårt fall blir det ungefär  $\omega_m$  då meddelandet entonigt

$\omega_{c1} \gg \omega_{c0}$  och  $\omega_{c1} \gg \omega_m$

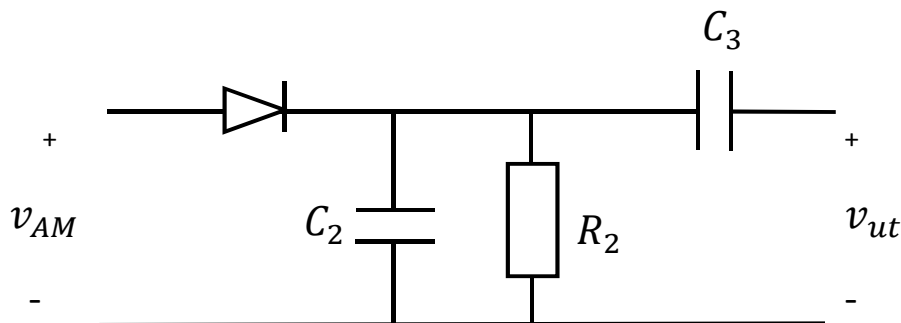
$$v_m = V_m \cos(\omega_m t)$$

$$v_{SSB-SC} = \frac{V_m}{2} \cos((\omega_c + \omega_m)t) \text{ där } \omega_c = \omega_{c1} - \omega_{c0}$$

En fördel jämfört med fasmetoden är att i Weavers metod slipper man Hilbertfiltret och klara sig med två "enkla" fasvridare som verkar på de två bärvågorna. Det finns även fördelar jämfört med filtermetoden; låpassfiltren i Weavers modulator arbetar vid en betydligt lägre frekvens och är därmed enklare att konstruera.

## Diodektor (envelopdetektor)

Utsignalen följer insignalens toppvärde (envelop) och extraherar meddelandet ur en DSB-FC signal och  $v_{ut}$  har samma form som  $v_m$ . Kretsen demodulerar därmed  $v_{AM}$  av typen DSB-FC men ej DSB-SC eller SSB.

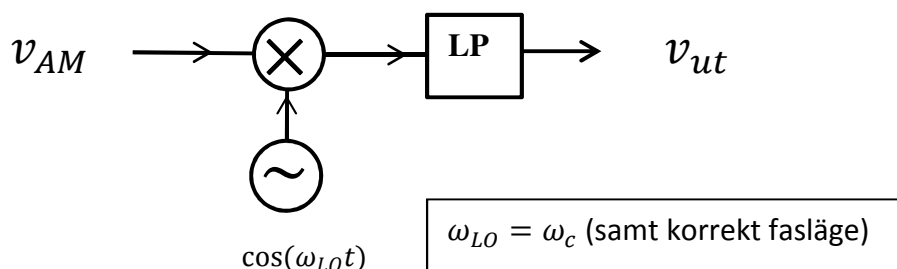


Kondensator  $C_2$  laddas snabbt upp av insignalen  $v_{AM}$  när dioden leder, och laddas ur "lagom långsamt" via resistor  $R_2$  när dioden spärrar. Tidskonstanten får dock inte vara för långsam, så att  $v_{ut}$  kan följa toppvärdesvariation hos  $v_{AM}$ :  $\frac{1}{f_c} \ll R_2 C_2 \ll \frac{\sqrt{1-m^2}}{m \cdot \omega_m}$ .

Kondensator  $C_3$  avlägsnar en eventuell likspänningsnivå.

## Produktdemodulator (koherent demodulator, synkronmodulator)

Inkommande AM-signal ( $v_{AM}$ ) blandas med en lokalt genererad bärvåg (lokal oscillator, "LO"). Även DSB-SC och SSB kan demoduleras eftersom man genom LO "återinsätter" bärvågen vid mottagaren. För att demodulationen skall ske korrekt, måste LO:n vara frekvens- och fasriktig, d.v.s. dess frekvens ( $\omega_{LO}$ ) och fasläge skall överensstämma med de värden som bärvågen skulle ha vid mottagaren.



$$v_{AM}=\text{SSB-SC: } v_{ut} = \frac{v_m}{4} \cos(\omega_m t)$$

$$v_{AM}=\text{DSB-SC: } v_{ut} = \frac{v_m}{2} \cos(\omega_m t)$$

$$v_{AM}=\text{DSB-FC: } v_{ut} = \frac{v_m}{2} \cos(\omega_m t) + \frac{v_c}{2} \text{ (här måste ännu likspänningsnivån elimineras)}$$