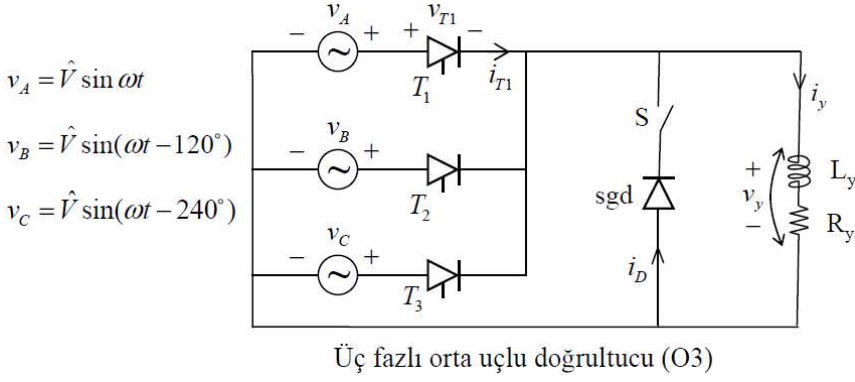


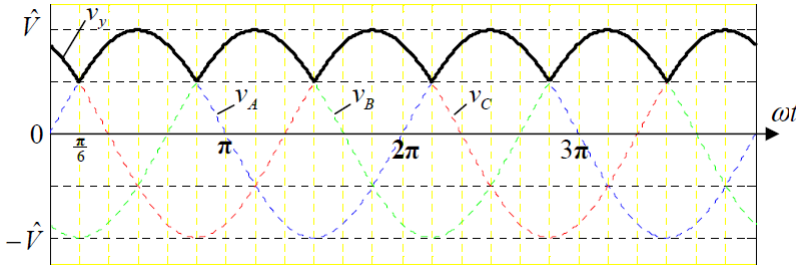
### Üç Fazlı Orta Uçlu Doğrultucu (O3) :



Bu devredeki kaynakların yerine genellikle üç fazlı bir trafonun yıldız bağlı sekonderi kullanılır.

Tristörlerin tetiklenme açısı başlangıcının ( $\alpha = 0$ ) nereye karşılık geldiğini bulmak için önce omik yükte  $T_1, T_2, T_3$  tristörleri yerine sırasıyla  $D_1, D_2, D_3$  diyotları kullanıldığını düşünelim.

Omik yükte ve  $\alpha = 0^\circ$  (tristör yerine diyot)



Bu durumda herhangi bir anda  $v_A, v_B, v_C$  gerilimlerinden en büyüğü hangisiyse ona seri bağlı diyot iletime geçerek diğer diyotları ters kutuplar ve kesime zorlar. Böylece yük üzerinde o kaynağın gerilimi görülür. Buradaki kaynak fonksiyonlarına göre  $D_1$  diyodu  $\omega t = 30^\circ$ 'de,  $D_2$  diyodu  $\omega t = 150^\circ$ 'de,

$D_3$  diyodu ise  $\omega t = 270^\circ$ 'de iletime geçer. Buna göre  $\alpha$  ateşleme açısıyla çalışmak için

$$T_1 \text{ tristörü } \omega t = \alpha + \frac{\pi}{6} + 2k\pi \quad (k \text{ tamsayı})$$

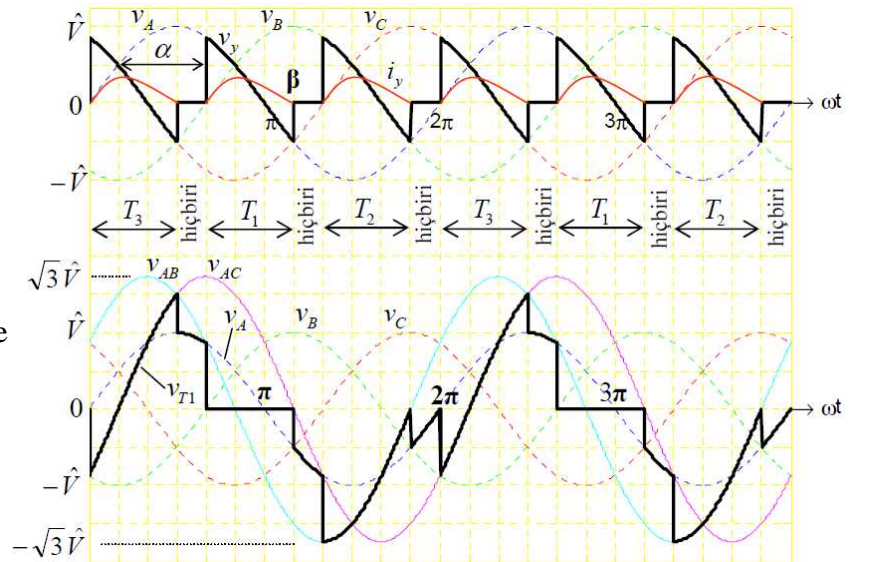
$$T_2 \text{ tristörü } \omega t = \alpha + \frac{5\pi}{6} + 2k\pi$$

$$T_3 \text{ tristörü } \omega t = \alpha + \frac{3\pi}{2} + 2k\pi \quad \text{açılarına karşılık gelen anlarda tetiklenir.}$$

Yanda endüktif yükte sgd yokken  $\alpha = 90^\circ$  için  $v_y, i_y, v_{T1}$  grafikleri ile hangi anlarda hangi tristörlerin iletimde olduğu gösterilmiştir. Hiçbir tristörün iletimde olmadığı anlar da "hiçbiri" diye gösterilmiştir.

Yük endüktif olduğu için,  $i_y$  yavaş yavaş artıp azalır.  $i_y$  kesilene kadar tristör iletimde kalır. Böylece iletimdeki tristöre seri bağlı kaynağın gerilimi negatife düşse bile yük üzerinde aynen görülür.  $i_y$  kesilince tristör de kesime gider ve  $v_y = 0$  olur.

Endüktif yükte sgd yok,  $\alpha = 90^\circ$

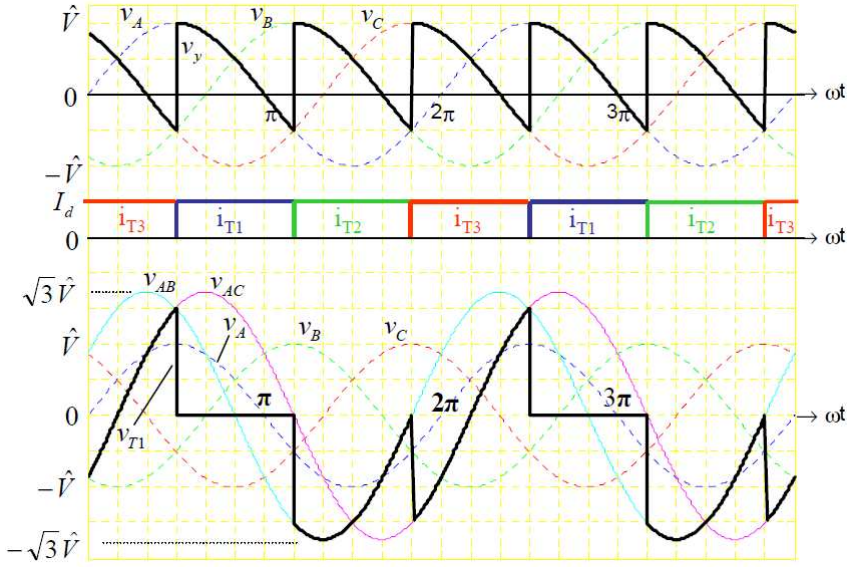


O3 devresinin tüm durumları için  $v_{T1}$  şöyledir:

$$v_{T1} = \begin{cases} 0 & T_1 \text{ iletimde ise} \\ v_{AB} & T_2 \text{ iletimde ise} \\ v_{AC} & T_3 \text{ iletimde ise} \\ v_A & T_1, T_2, T_3 \text{ kesimde ise} \end{cases}$$

$T_1$  iletimdeyken  $v_{T1} = 0$  olduğu açıktır. Orta uca göre  $T_1$ 'in anodunun potansiyeli hep  $v_A$  'dır. Katodunun potansiyeli ise,  $T_2$  iletimdeyken  $v_B$ ,  $T_3$  iletimdeyken  $v_C$ , hepsi kesimdeyken ise sıfır (orta ucla aynı potansiyelde) olur. Yani  $T_2$  iletimdeyken  $v_{T1} = v_{AB} = v_A - v_B$ ,  $T_3$  iletimdeyken  $v_{T1} = v_{AC} = v_A - v_C$ , hepsi kesimdeyken ise  $v_{T1} = v_A$  olur.

Tam süzölmüş akımlı, sgd yok,  $\alpha = 60^\circ$



Sgd'siz tam süzölmüş akımlı çalışmada, önceki çalışmadaki tüm tristörlerin kesimde olduğu kısım daralarak yok olmuştur. Akım sürekli devam ettiği için her an bir tristör iletimdedir (her biri  $120^\circ$ ). Yük akımı  $I_d$  değerinde sabittir ve T1, T2, T3 akımları ortada farklı renklerle gösterilmiştir.

$v_{T1}$  dalga şekli önceki çalışmadakiyle aynı fonksiyonla ifade edilebilir; ancak burada  $v_A$ 'ya eşit olduğu kısım daralarak kaybolmuştur.

Tam süzölmüş akımlı çalışmada sgd varken ise grafikler yandaki gibi olur. Bu defa  $v_y < 0$  durumu yoktur.  $v_y$ , omik yüklüdeki gibidir. Yük üzerindeki anlık güç hiç negatif olmaz. Yani şebekeden fazla enerji çekip geri verme durumu olmadığı için reaktif güç düşüktür.

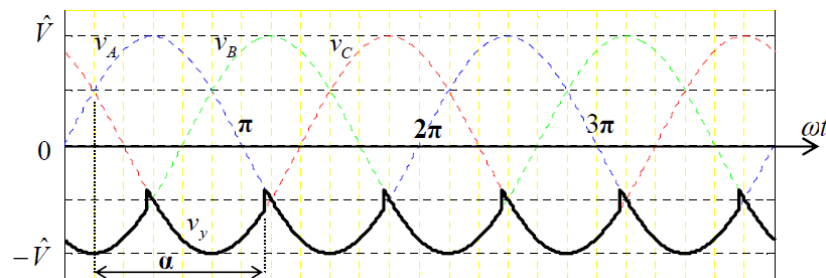
Yük akımının hangi anda hangi anahtar elemanlarla taşındığı orta şekilde gösterilmiştir. Üç tristörün de kesimde olduğu anlarda sgd iletimdedir.

Alt şekilde ise  $v_{T1}$  gösterilmiştir. Üç tristörün de kesimde olduğu anlar bulunduğu için  $v_{T1} = v_A$  anları yeniden görölmektedir.

O3 devresinde mümkün olan en büyük ateşleme açısını bulmak için tristör gerilim dalga şeklinde, o tristör tetiklenmeden hemen önceki gerilim fonksiyonunu sağa doğru devam ettirerek ne zamana kadar pozitifte (doğru kutuplanmış) kaldığına bakarız. Bu son andan  $\alpha = 0$  başlangıç anının ve tristörün iletim gecikmesinin çıkarılmışının ( $t_q$ ) aç karşılığı mümkün olan en büyük ateşleme açısıdır.

$$\alpha_{\max} = \begin{cases} 150^\circ - \omega t_q & \text{Omik yükte ya da sgd varken} \\ 180^\circ - \omega t_q & \text{sgd yokken tam süzölmüş akımlıda} \end{cases}$$

Aşağıda sgd yokken tam süzölmüş akımlı,  $\alpha = 180^\circ - \omega t_q$  çalışması için  $v_y$  gösterilmiştir. Bu çalışmada



ortalama güç negatif ( $i_y > 0$  ve ortalama  $v_y$  negatif) olduğu için endüktansta depolanan enerji şebekeye aktarılmaktadır. Bu yüzden böyle bir çalışma,  $\alpha < 90^\circ$  şartlarında endüktansta yeterince enerji depolandıktan sonra ve ancak geçici bir süre için mümkündür.

### DC Gerilim Hesabı:

O3 devresinde  $v_y$  geriliminin  $\omega t$  'ye göre periyodu  $2\pi/3$  olduğundan ortalama değeri ( $V_{ydc}$ ) :

$$V_{ydc} = \frac{1}{2\pi/3} \int_{2\pi/3} v_y d(\omega t) = \frac{3\hat{V}}{2\pi} \int_{\alpha+\frac{\pi}{6}}^{\gamma} \sin(\omega t) d(\omega t)$$

Burada  $\gamma$  açısı,  $v_y$  'nin  $\alpha + 30^\circ$  'de başlayan sinüzoidal fonksiyonlu parçasının son anındaki açıdır. Yani:

$$\gamma = \begin{cases} \pi & \alpha > \pi/6 \text{ iken ve "sgd varsa veya yük omikse"} \\ \beta & \alpha > \pi/6 \text{ iken ve sgd'siz endüktif yüklüde} \\ \alpha + \frac{5\pi}{6} & \text{sgd'siz tam süzölmüş akımlıda veya } \alpha < \pi/6 \text{ ise} \end{cases} \quad \text{olmak üzere}$$

$$V_{ydc} = \frac{3\hat{V}}{2\pi} \left( \cos\left(\alpha + \frac{\pi}{6}\right) - \cos \gamma \right)$$

Burada

$$\cos\left(\alpha + \frac{\pi}{6}\right) - \cos\left(\alpha + \frac{5\pi}{6}\right) = \left( \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \alpha - \frac{1}{2} \sin \alpha \right) - \left( -\frac{\sqrt{3}}{2} \cos \alpha - \frac{1}{2} \sin \alpha \right) = \sqrt{3} \sin \alpha$$

ve  $\cos \pi = -1$  yerine yazılırsa ortalama yük gerilimi şöyle bulunur:

$$V_{ydc} = \begin{cases} \frac{3\hat{V}}{2\pi} \left( 1 + \cos\left(\alpha + \frac{\pi}{6}\right) \right) & \alpha > \pi/6 \text{ iken "sgd varsa veya yük omikse"} \\ \frac{3\hat{V}}{2\pi} \left( \cos\left(\alpha + \frac{\pi}{6}\right) - \cos \beta \right) & \alpha > \pi/6 \text{ iken sgd'siz endüktif yüklüde} \\ \frac{3\sqrt{3}\hat{V}}{2\pi} \cos \alpha & \text{sgd'siz tam süzölmüş akımlıda veya } \alpha < \pi/6 \text{ ise} \end{cases}$$

Sgd'siz tam süzölmüş akımlı çalışmada  $\alpha > 90^\circ$  için  $v_y < 0$  olmakta, yani ortalama enerji akışı  $L_y$  'den şebekeye doğru olmaktadır. Ancak sistem bu durumda uzun süre çalışmaz; çünkü gerçekte sonlu olan  $L_y$  endüktansındaki enerji de sonludur.

### O3 Devresinde Tristörden Tristöre Aktarım:

Aktarım süresince 2 tristör iletimde olacağından aktarım devresi gerilimi fazlar arası gerilim olur. Tepe değeri de fazlar arası gerilimin tepe değeridir:

$$\hat{V}_{akt} = \sqrt{3} \hat{V}$$

Burada  $\hat{V}$  faz-nötr geriliminin tepe değeridir.  $\ddot{u}$  hesabında kullanılan formülün aynı olduğunu görmek için meselâ  $T_3$ 'ten  $T_1$ 'e ilk aktarımı ele alalım:

$$v_{akt} = v_A - v_C = v_{AC} = \sqrt{3} \hat{V} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right) = \hat{V}_{akt} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right) = 2L_k \frac{di_{akt}}{dt} = 2\omega L_k \frac{di_{akt}}{d(\omega t)}$$

$$i_{akt} \Big|_{\omega t = \alpha + \ddot{u} + \frac{\pi}{6}} - i_{akt} \Big|_{\omega t = \alpha + \frac{\pi}{6}} = \frac{\hat{V}_{akt}}{2\omega L_k} \int_{\omega t = \alpha + \frac{\pi}{6}}^{\alpha + \ddot{u} + \frac{\pi}{6}} \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right) d(\omega t)$$

$$I_d - 0 = \frac{\hat{V}_{akt}}{2\omega L_k} (\cos \alpha - \cos(\alpha + \ddot{u}))$$

Sonuçta  $\ddot{u}$  hesabında kullanılan genel formül aynı şekilde elde edilir:

$$\cos \alpha - \cos(\alpha + \ddot{u}) = \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{akt}}$$

Ayrıca aktarım anında  $v_y = \frac{v_y^{\text{eski}} + v_y^{\text{yeni}}}{2}$  ve aktarım ihmal edilseydi  $v_y^{\text{ideal}} = v_y^{\text{yeni}}$  olacağından, aktarımın anlık gerilimi düşürme miktarı:

$$\Delta v_y = v_y^{\text{ideal}} - \frac{v_y^{\text{eski}} + v_y^{\text{yeni}}}{2} = v_y^{\text{yeni}} - \frac{v_y^{\text{eski}} + v_y^{\text{yeni}}}{2} = \frac{v_y^{\text{yeni}} - v_y^{\text{eski}}}{2} = \Delta v_y$$

Bunun bir periyottaki integral etkisi:

$$A_{ii} = \int_{\omega t = \alpha + \frac{\pi}{6}}^{\alpha + \bar{u} + \frac{\pi}{6}} \Delta v_y d(\omega t) = \int_{\omega t = \alpha + \frac{\pi}{6}}^{\alpha + \bar{u} + \frac{\pi}{6}} \frac{v_y^{\text{yeni}} - v_y^{\text{eski}}}{2} d(\omega t)$$

T<sub>3</sub>'ten T<sub>1</sub>'e ilk aktarımda  $v_y^{\text{eski}} = v_C$  ve  $v_y^{\text{yeni}} = v_A$  olduğundan

$$A_{ii} = \int_{\omega t = \alpha + \frac{\pi}{6}}^{\alpha + \bar{u} + \frac{\pi}{6}} \frac{v_{AC}}{2} d(\omega t) = \int_{\omega t = \alpha + \frac{\pi}{6}}^{\alpha + \bar{u} + \frac{\pi}{6}} \frac{\hat{V}_{\text{akt}}}{2} \sin(\omega t - \frac{\pi}{6}) d(\omega t) = \frac{\hat{V}_{\text{akt}}}{2} (\cos \alpha - \cos(\alpha + \bar{u})) = \frac{\hat{V}_{\text{akt}}}{2} \frac{2\omega L_k I_d}{\hat{V}_{\text{akt}}}$$

$$A_{ii} = \omega L_k I_d$$

bulunur.  $v_y$  'nin periyodu

$$T_{vy} = 2\pi/3$$

olup, sırasıyla aktarımın ortalama gerilimi azaltıcı etkisi ve gerçek dc yük gerilimi:

$$\Delta V_{y \text{ dc}} = \frac{A_{ii}}{T_{vy}} \quad V_{y \text{ dc}}^{\text{gerçek}} = V_{y \text{ dc}}^{\text{ideal}} - \Delta V_{y \text{ dc}}$$

Aktarım sırasında  $v_y = \frac{v_y^{\text{eski}} + v_y^{\text{yeni}}}{2}$  olmasından dolayı  $v_y$  dalga şeklinde ortaya çıkan aktarım çentikleri de şöyledir:

