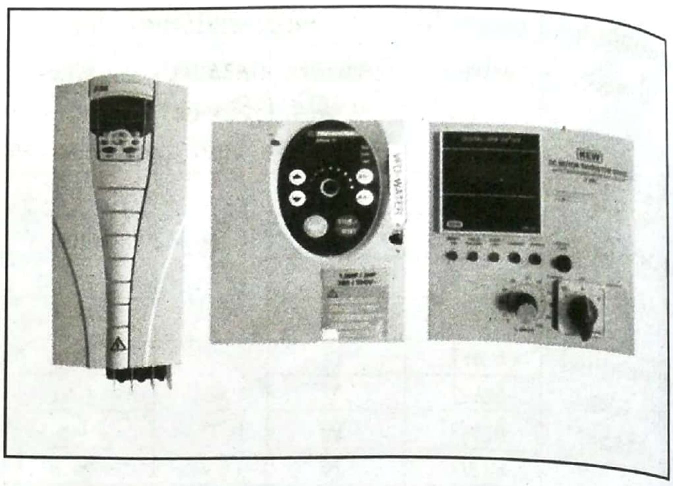
યુનિટ

26

એ.સી. / ડી.સી. ડ્રાઈવ
(A.C. / D.C. Drive)



187. ડી.સી. ડ્રાઈવ
(D. C. Drive)

ડી.સી. મોટરની સ્પીડ નીચેના સૂત્ર દ્વારા નક્કી થાય છે.

$$N \propto \frac{V - IaRa}{\phi}$$

જ્યાં, N = મોટર સ્પીડ, RPMમાં
V = સપ્લાય વૉલ્ટેજ V, વોલ્ટમાં
Ia = આર્મેચર કરંટ A, એમ્પીયરમાં
Ra = આર્મેચર સર્કિટ રેજીસ્ટન્સ Ω, ઓહ્મમાં
ϕ = ફલક્સ પ્રતિ પોલ Wb, વેબમાં

ઉપરોક્ત સૂત્રથી, ડી.સી. મોટરની સ્પીડ ત્રણ પેરામીટર પર આધાર રાખે છે.

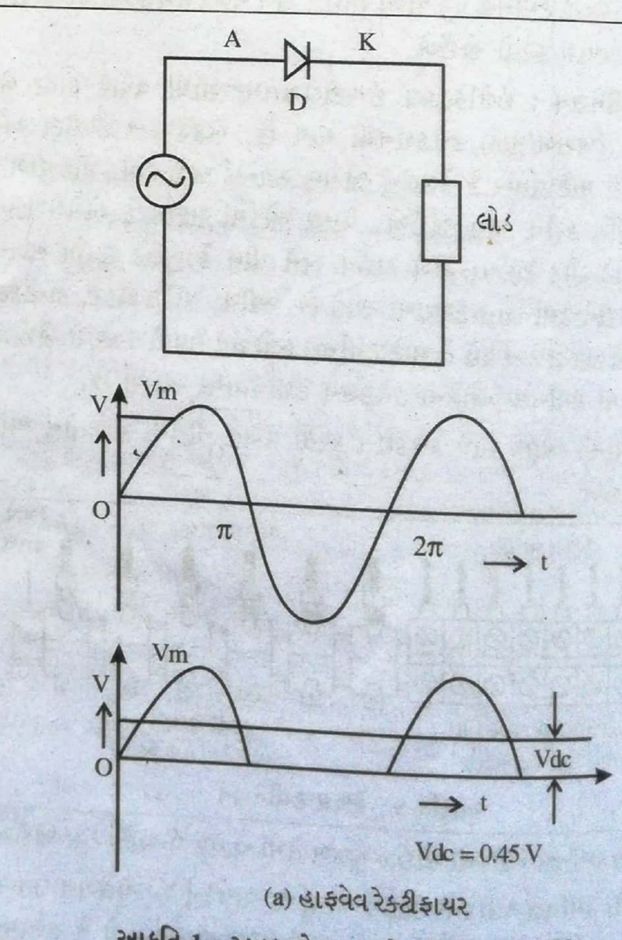
(i) પ્રતિપોલ ફલક્સ (ϕ) - ફિલ્ડ કન્ટ્રોલ મેથડ
(ii) આર્મેચર સર્કિટ રેજીસ્ટન્સ (Ra) - આર્મેચર કન્ટ્રોલ મેથડ
(iii) સપ્લાય વૉલ્ટેજ (V) - વૉલ્ટેજ કન્ટ્રોલ મેથડ

પરંપરાગત રીતે ડી.સી. મોટરની સ્પીડ કન્ટ્રોલ કરવા માટે આર્મેચર કે ફિલ્ડ સર્કિટમાં બાહ્ય રેજીસ્ટન્સ દાખલ કરીને ઉપરોક્ત મેથડ વપરાય છે. પરંતુ સોલીડ સ્ટેટ ડિવાઇસ-સેમી કન્ડક્ટર ડાયોડ, SCR અને ટ્રાન્ઝિસ્ટરનાં ઉપયોગથી ડી.સી. મોટરની સ્પીડ સ્મુથ રીતે અને વિશાળ રેંજમાં કન્ટ્રોલ થઈ શકે છે. પરંપરાગત સ્પીડ કન્ટ્રોલ મેથડ કરતાં ઇલેક્ટ્રોનિક્સ સોલીડ સ્ટેટ ડિવાઇસ દ્વારા ડી.સી. મોટરની સ્પીડ કન્ટ્રોલ મેથડ વધારે ઉપયોગમાં લેવાય છે. જેનાં કારણો નીચે મુજબ છે.

(i) તે ત્વરીત રિસ્પોન્સ આપે છે.
(ii) તેમાં કોઈ ફરતાં ભાગ હોતા નથી એટલે વીયર અને ટીયર લોસ થતો નથી.
(iii) તેમાં કોપર લોસ (I^2R) થતો નથી.
(iv) તે વધારે ભરોસાપાત્ર અને કાર્યક્ષમ છે.
(v) તે ઉચ્ચ એક્યુરેસી ધરાવે છે.

સોલીડ સ્ટેટ ડિવાઇસનાં ઉપયોગ વાળી ઇલેક્ટ્રોનિક કન્ટ્રોલ સર્કિટ દ્વારા મોટા ભાગે બે પેરામીટર (i) સપ્લાય વોલ્ટેજ એડજસ્ટ કરીને (ii) ફિલ્ડ કરન્ટ કન્ટ્રોલ કરીને અથવા બન્ને રીતો દ્વારા સ્પીડ કન્ટ્રોલ કરવામાં આવે છે. ડી.સી. મોટરને બેટરી અથવા અન્ય ડી.સી. પાવર સોર્સ દ્વારા ચલાવવામાં આવે છે. પ્રેક્ટિકલ ફિલ્ડમાં હાફવેવ, ફૂલવેવ કે બ્રીજ રેક્ટિફાયર દ્વારા એ.સી. માંથી ડી.સી. માં રૂપાંતર કરીને ડી.સી. મોટર ચલાવવામાં આવે છે. ડી.સી. મોટરની સ્પીડ કન્ટ્રોલ કરવા માટે તેને સપ્લાય કરવામાં આવતા વોલ્ટેજના મૂલ્યને બદલવા માટે થાઈરીસ્ટર કે IGBT નો કન્ડકશન ઍંગલ બદલીને મોટરને સપ્લાય કરવામાં આવતાં વોલ્ટેજ બદલી શકાય છે. આ બદલાયેલા વોલ્ટેજ આર્મેચરને આપવામાં આવતા તેની સ્પીડમાં ફેરફાર થાય છે.

અનકન્ટ્રોલ્ડ રેક્ટિફાયર :



(a) હાફવેવ રેક્ટીફાયર

આકૃતિ-1 : અનકન્ટ્રોલ્ડ હાફવેવ રેક્ટીફાયર સર્કિટ

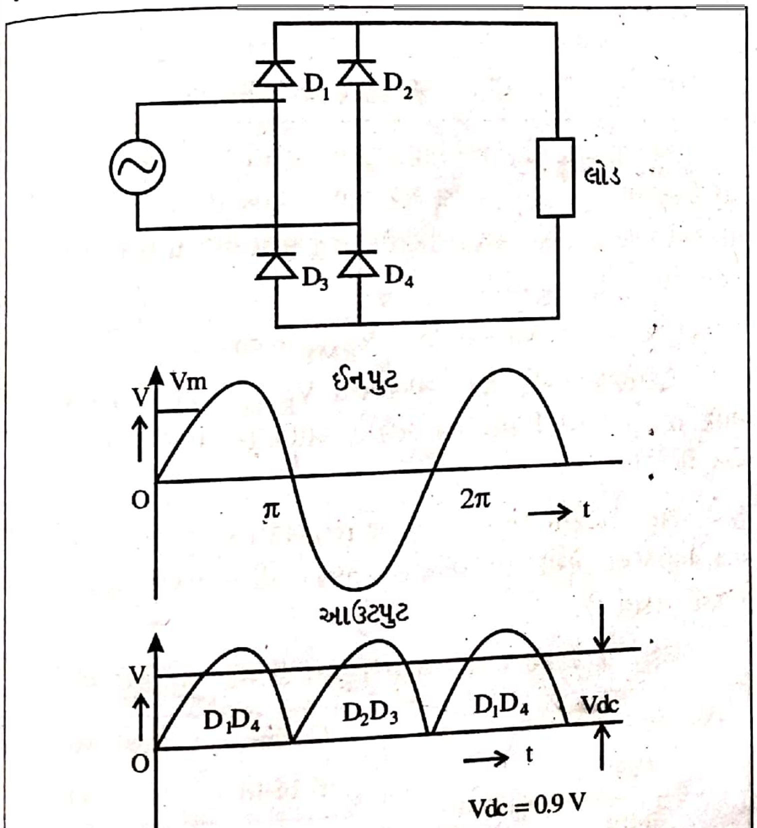
Scanned with CamScanner

જ્યારે એ.સી. સપ્લાયનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે ત્યારે રેક્ટિફાયર સર્કિટ દ્વારા એ.સી.માંથી ડી.સી.માં રૂપાંતર કરવામાં આવે છે.

આકૃતિ-1(a)માં હાફવેવ અનકન્ટ્રોલ્ડ રેક્ટિફાયર સર્કિટ દર્શાવવામાં આવી છે. સિંગલ ફેઝ એ.સી. સપ્લાયના પોઝિટીવ હાફ સાયકલ દરમ્યાન એટલે કે જ્યારે તેનો એનોડ A તેનાં કેથોડ K ની સાપેક્ષે પોઝિટીવ હશે ત્યારે ડાયોડ D કન્ડક્ટર થશે. આ સમયે મોટરને એવરેજ આઉટપુટ વોલ્ટેજ 0.45V જેટલા મળશે. V એટલે એ.સી. વોલ્ટેજની RMS વેલ્યુ. ($V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$).

આ આઉટપુટ વોલ્ટેજ પલ્સેટીંગ હોય છે.

આકૃતિ-2 (b) માં ચાર ડાયોડનાં ઉપયોગ વાળી સિંગલ ફેઝ રેક્ટિફાયર સર્કિટ દર્શાવેલ છે. ચાર ડાયોડમાંથી કોઈ બે ડાયોડ એકી સમયે કન્ડક્ટ થાય છે. જેનાં કારણે આઉટપુટમાં હાફ વેવ રેક્ટિફાયર કરતાં બમણા (0.90V) વોલ્ટેજ મળે છે. તે સિંગલ ફેઝ એ.સી. ઈનપુટ સપ્લાયનાં પોઝિટીવ હાફ સાયકલ દરમ્યાન એટલે કે જ્યારે એનોડ A તેનાં કેથોડ K ની સાપેક્ષે પોઝિટીવ હશે ત્યારે ડાયોડ D_1 અને D_4 કન્ડક્ટ થશે અને નેગેટીવ હાફ સાયકલ દરમ્યાન D_2 અને D_3 કન્ડક્ટ થશે. એટલે સપ્લાયના બન્ને હાફસાયકલ દરમ્યાન લોડ સર્કિટમાંથી એક જ દિશામાં વીજપ્રવાહ



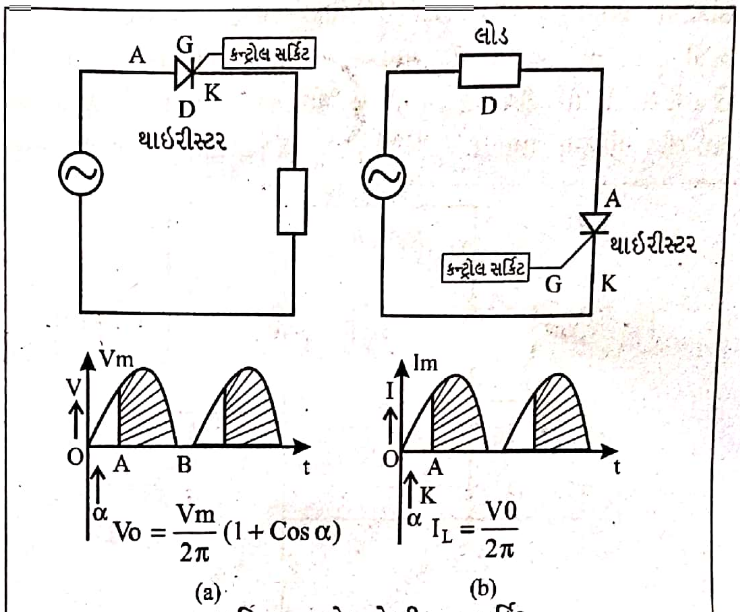
(b) બ્રીજ રેક્ટીફાયર

આકૃતિ-2 : અનકન્ટ્રોલ્ડ ફૂલવેવ રેક્ટીફાયર સર્કિટ

વહે છે. આ આઉટપુટ વોલ્ટેજ હાફવેવ રેક્ટિફાયર કરતાં ઓછા પલ્સેટીંગ હોય છે.

કન્ટ્રોલ રેક્ટિફાયર :

આ પ્રકારની રેક્ટિફાયર સર્કિટમાં આઉટપુટમાં મળતાં વોલ્ટેજને સિલિકોન કન્ટ્રોલ્ડ રેક્ટિફાયર (SCR) – થાઈરીસ્ટર દ્વારા કન્ટ્રોલ કરવામાં આવે છે. થાઈરીસ્ટરનાં ગેટને અમુક એંગલનાં તફાવત બાદ લો વોલ્ટેજ પલ્સ આપવામાં આવે છે ત્યારે તે કન્ડક્ટ થાય છે. ત્યારબાદ બાકીની હાફસાયકલ દરમ્યાન એટલે કે 180° સુધી તે કન્ડક્ટ મોડમાંજ રહે છે. થાઈરીસ્ટરનો આ ફાયરીંગ એંગલ (α) કન્ટ્રોલ સર્કિટ દ્વારા એડજસ્ટ કરવામાં



આકૃતિ-3 : કન્ટ્રોલ્ડ રેક્ટીફાયર સર્કિટ

આવે છે. એટલે આઉટપુટ વોલ્ટેજની માત્રામાં વધારો-ઘટાડો કરી શકાય છે. આકૃતિ-3 (a)માં થાઈરીસ્ટરના ઉપયોગવાળી બેઝિક સર્કિટ દર્શાવવામાં આવી છે. આકૃતિ-3 (b)માં થાઈરીસ્ટરને α એંગલ બાદ કન્ડક્ટ કરવા માટેની કન્ટ્રોલ સર્કિટ દર્શાવેલ છે અને લોડને થાયરીસ્ટરની સિરીઝમાં જોડવામાં આવે છે.

આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ થાઈરીસ્ટર પોઈન્ટ 0 ને બદલે પોઈન્ટ A થી કન્ડક્ટ થાય છે. કારણ કે તેનાં ગેટને α એંગલ બાદ પલ્સ મળે છે. થાઈરીસ્ટરનો કન્ડક્શન એંગલ $(180 - \alpha)$ એડજસ્ટ કરી આઉટપુટ વોલ્ટેજમાં ફેરફાર કરી શકાય છે. આઉટપુટ વોલ્ટેજનું મૂલ્ય નીચે દર્શાવેલ સૂત્ર મુજબનું મળે છે.

$$V_o = \frac{V_m(1 + \cos\alpha)}{2\pi}$$

$$= 0.16\ V_m\ (1 + \cos\alpha)$$

જ્યાં V_m = AC ઈનપુટ વોલ્ટેજની પીક વેલ્યુ.

ઉદાહરણ તરીકે α = 30° અને Vm = 300 V હોય તો

$$V_o = 0.16\ V_m\ (1 + \cos\alpha)$$

$$= 0.16 \times 300\ (1 + \sqrt{3}/2)$$

$$= 89.56\ V$$

આજ રીતે Vm = 300V લઈએ ત્યારે α ની ખાસ કિંમત પર મળતાં આઉટપુટ વોલ્ટેજ નીચે મુજબ મેળવી શકાય.

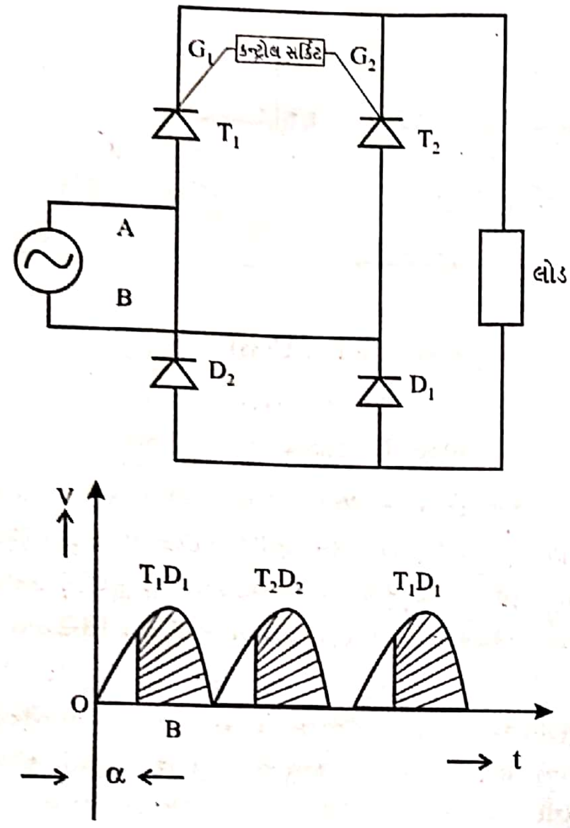
α	0°	30°	45°	60°	90°
આઉટપુટ વોલ્ટેજ	96	89	81	72	48

એટલે કે $\alpha = 0$ હોય ત્યારે આઉટપુટ વોલ્ટેજ મહતમ મળશે અને $\alpha = 180°$ હોય ત્યારે આઉટપુટ વોલ્ટેજ જીરો મળશે. આ પ્રકારની સર્કિટ દ્વારા મળતું આઉટપુટ પલ્સેટીંગ પ્રકારનું હોય છે. સળંગ આઉટપુટ મેળવવા માટેની સર્કિટ આકૃતિ-4 (a)માં દર્શાવવામાં આવી છે. આ સર્કિટને હાફ કન્ટ્રોલ કહેવામાં આવે છે.

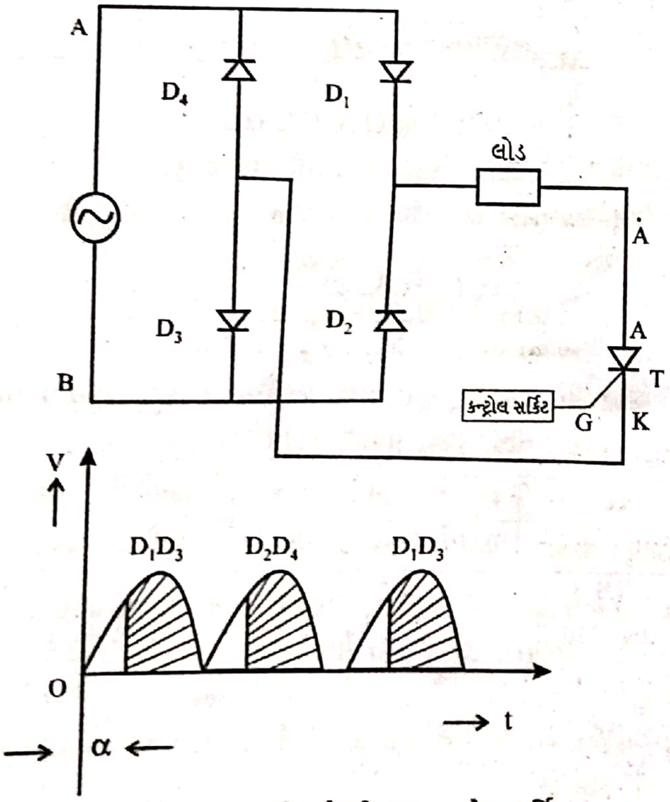
કારણ કે તેમાં ચાર થાઈરીસ્ટરને બદલે બે ડાયોડ અને બે થાઈરીસ્ટરનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે. સિંગલ ફેઝ એસી ઈનપુટ સપ્લાયનાં પોઝિટીવ

Scanned with CamScanner

હાફ સાયકલ દરમ્યાન એટલે કે જ્યારે તેનો એનોડ A તેનાં કેથોડ K ની સાપેક્ષે પોઝિટીવ હશે ત્યારે થાઇરીસ્ટર T_1 અને ડાયોડ D_1 કન્ડક્ટ થઈ લોડ સર્કિટમાં વાયા T_1 લોડ અને D_1 માર્ગે વીજપ્રવાહનું વહન થશે. એ જ રીતે એસી ઇનપુટની નેગેટીવ હાફ સાયકલ દરમ્યાન જ્યારે B છેડો તેના A છેડાની સાપેક્ષે પોઝિટીવ બનશે ત્યારે થાઇરીસ્ટર T_2 અને ડાયોડ D_2 કન્ડક્ટ થઈ લોડ સર્કિટમાં વાયા T_2 લોડ અને D_2 માર્ગે વીજપ્રવાહનું વહન થશે.



આકૃતિ-5 (a) : હાફ કન્ટ્રોલ સર્કિટ



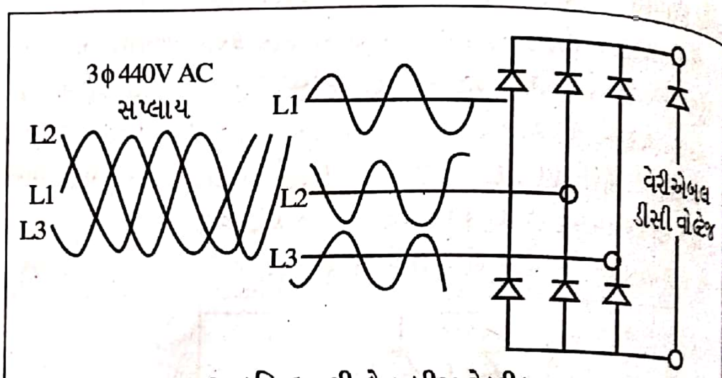
આકૃતિ-5 (b) : બ્રીજ રેક્ટીફાયર કન્ટ્રોલ સર્કિટ

થાઇરીસ્ટરનો કન્ડકશન એંગલ α એડજસ્ટ કરીને આઉટપુટમાં મળતાં વોલ્ટેજ બદલી શકાય છે. આજ રીતે આકૃતિ-5 (b) માં એક થાઇરીસ્ટર દ્વારા ચાર ડાયોડનાં ઉપયોગ વાળી બ્રીજ રેક્ટિફાયર દર્શાવવામાં આવી છે. તેનાં આઉટપુટ વોલ્ટેજનું મૂલ્ય નીચેના સૂત્રમાં દર્શાવ્યા મુજબનું હોય છે.

$$Vo = 2 \times \frac{Vm}{2\pi}\ (1 + \cos\alpha)$$

$$= \frac{Vm}{\pi}\ (1 + \cos\alpha)$$

થ્રી ફેઝ ડી.સી. ડ્રાઇવ : ઇન્ડસ્ટ્રીયલ મોટરની સ્પીડ કન્ટ્રોલ માટે એક થાઇરીસ્ટર દ્વારા મળતા આઉટપુટ ડી.સી. વૉલ્ટેજ પુરતા પ્રમાણમાં સ્મૂથ હોતા નથી. એટલા માટે આકૃતિ-6માં દર્શાવ્યા મુજબ 6 થાઇરીસ્ટરનાં ઉપયોગની 3ϕ બ્રીજ રેક્ટિફાયર સર્કિટ દર્શાવેલ છે.



આકૃતિ-6 : થ્રી ફેઝ બ્રીજ રેક્ટીફાયર

અગાઉ દર્શાવ્યા મુજબ આઉટપુટમાં મળતાં ડી.સી. વૉલ્ટેજનો આધાર થાઇરીસ્ટરનાં કન્ડકશન એંગલ પર આધાર રાખે છે. થ્રી ફેઝ રેક્ટિફાયર સર્કિટમાં મળતાં ડી.સી. આઉટપુટ વૉલ્ટેજનું મૂલ્ય નીચેના સૂત્ર મુજબ મેળવી શકાય છે.

$$Vo = 1.35 \times V_{RMS} \times \cos\alpha$$

ઉદાહરણ તરીકે A.C. સપ્લાયનાં V_{RMS}ની કિંમત 440V લઈએ ત્યારે α ની ખાસ કિંમત પર મળતાં આઉટપુટ વૉલ્ટેજ નીચે મુજબનું હોય છે.

થાઇરીસ્ટરનો કન્ડકશન એંગલ (α) બદલીને ડી.સી. ડ્રાઇવ દ્વારા થ્રી ફેઝ 440Vનાં એસી સપ્લાય દ્વારા –594V થી +594V ડીસી આઉટપુટ મેળવી શકાય છે.

ટેબલ-1 કંડકશન એન્ગલ (α) અને ડી.સી. આઉટપુટ વૉલ્ટેજ

AC વૉલ્ટ RMS (V)	α	Cosine ની કિંમત	ડી.સી. આઉટપુટ (V)
440	0°	1	594
440	30°	0.866	514
440	45°	0.707	420
440	60°	0.5	297
440	90°	0	0
440	120°	–0.5	–297
440	150°	–0.866	–514
440	180°	1	–594

* * *

Scanned with CamScanner