

অধ্যায়-৭

সিঙ্গেল ফেজ এসি থেকে ডিসিতে রূপান্তর (Single Phase AC to DC Conversion)

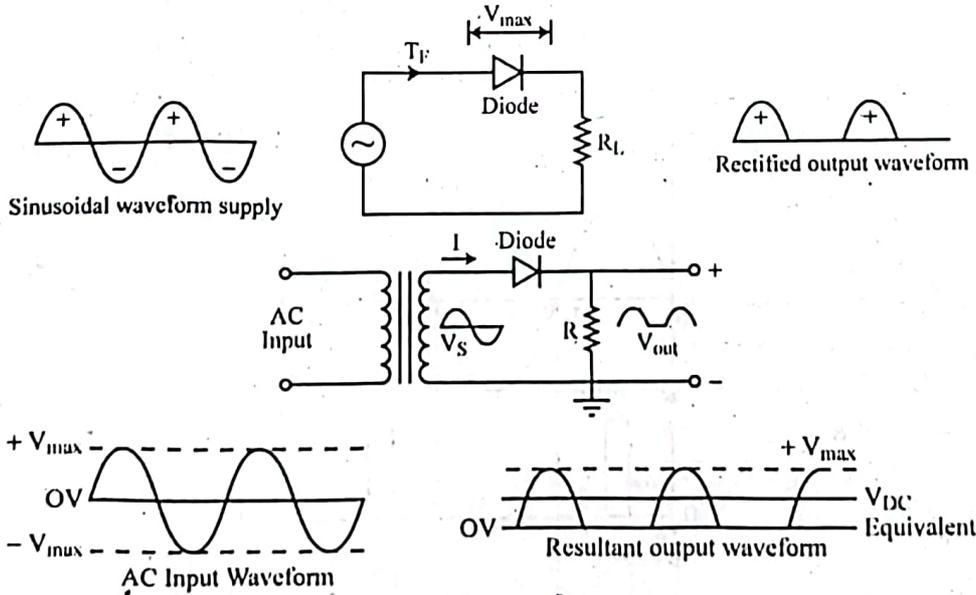
৭.১ এসি থেকে ডিসিতে রূপান্তর পদ্ধতি (The process of AC to DC conversion) :

সাধারণ রেকটিফায়ার সার্কিট সম্বন্ধে আমরা জানি, এটি এমন এক ধরনের সার্কিট, যার ইনপুটে এসি ভোল্টেজ সাপ্লাই দিলে আউটপুটে ডিসি ভোল্টেজ পাওয়া যায়। আউটপুটের ডিসি ভোল্টেজ যদি নিয়ন্ত্রিত হয়, অর্থাৎ রেকটিফায়ার সার্কিট হতে প্রাপ্ত ডিসি ভোল্টেজকে যদি ইচ্ছামতো নিয়ন্ত্রণ করা যায়, তবে তাকে কন্ট্রোল্ড রেকটিফায়ার বলে। এক্ষেত্রে কন্ট্রোল্ড আউটপুট পাওয়ার জন্য ডায়োডের পরিবর্তে ফেজ কন্ট্রোল থাইরিস্টর ব্যবহার করা হয়, যার ফায়ারিং অ্যাঙ্গেলকে বা সময়কে নিয়ন্ত্রণ করেই সার্কিটের আউটপুট ভোল্টেজকে পরিবর্তন করা হয়। সাধারণত সার্কিটে ব্যবহৃত ফেজ কন্ট্রোল থাইরিস্টরকে টার্ন অফ করার জন্য এর গেটে ট্রিগার পালস দিতে হয় এবং টার্ন অফ করার জন্য রেজিস্টিভ লোডের ক্ষেত্রে ন্যাচারাল বা লাইন কমুটেশন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। আর ইন্ডাক্টিভ লোডের ক্ষেত্রে ইনপুট সাপ্লাই ভোল্টেজের $-ve$ অর্ধ-সাইকেলে অন্য আর একটি থাইরিস্টকে ফায়ারিং করতে হয়।

যেহেতু এ ধরনের রেকটিফায়ার সার্কিট এসিকে ডিসি করে, এজন্য অনেক সময় একে এসি-ডিসি কনভার্টারও বলা হয়। কন্ট্রোল্ড রেকটিফায়ার সার্কিট হতে সাধারণত ৯৫% এর অধিক দক্ষতা (Efficiency) পাওয়া যায়।

৭.২ পাওয়ার ডায়োডের সাহায্যে ইন্ডাক্টিভ এবং রেজিস্টিভ লোডের হাফ ওয়েভ রেকটিফিকেশন (Half wave rectification with power diode using inductive and resistive load) :

পাওয়ার ডায়োডগুলো পৃথকভাবে ব্যবহার করা যেতে পারে বা এক সাথে সংযুক্ত বিভিন্ন ধরনের রেকটিফায়ার সার্কিট হাফ-ওয়েভ, ফুল ওয়েভ বা ব্রিজ রেকটিফায়ার হিসাবে ব্যবহার করা যেতে পারে। প্রতিটি রেকটিফায়ার সার্কিট তিনটি উপায়ে নিয়ন্ত্রণ করা যায়; অনিয়ন্ত্রিত, অধনিয়ন্ত্রিত এবং সম্পূর্ণ নিয়ন্ত্রিত। Uncontrolled রেকটিফায়ারে শুধুমাত্র পাওয়ার ডায়োড ব্যবহার করা হয়। Fully controlled রেকটিফায়ারে থাইরিস্টর (SCR) ব্যবহার করা হয়। Half controlled রেকটিফায়ার উভয়ই ডায়োড এবং থাইরিস্টর ব্যবহার করা হয়।



চিত্র : ৭.১

এসি সাইন ওয়েভের প্রতিটি পজিটিভ হাফ সাইকেলে ডায়োডটি ফরওয়ার্ড বায়াস পায়। ক্যাথোডের সাপেক্ষে অ্যানোডটি পজিটিভ ডিরেকশন পায় ফলে ডায়োডের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

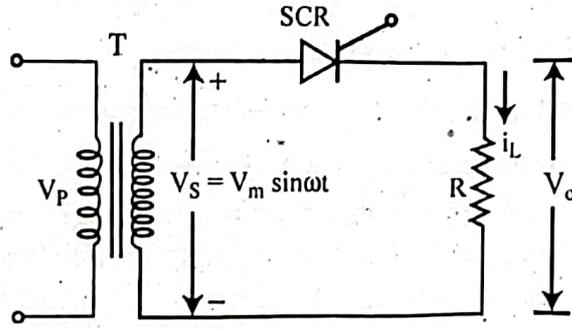
ডিসি রেজিস্টিভ লোড সুতরাং লোড রোধ প্রবাহিত কারেন্ট ভোল্টেজের সমানুপাতিক সরবরাহ ভোল্টেজ এবং লোড রেজিস্টরের ভোল্টেজ সমান। অর্থাৎ $V_S = V_{out}$

এসি সাইনোসয়ডাল ইনপুট তরঙ্গরূপের প্রতিটি নেগেটিভ হাফ সাইকেলের জন্য ডায়োডটি রিভার্সড বায়াস পাবে, অ্যানোডটি, ক্যাথোডের সাপেক্ষে ঋণাত্মক অর্থাৎ ডায়োড বা, সার্কিটের মধ্য দিয়ে কোন কারেন্ট প্রবাহিত হয় না। তারপর সরবরাহের নেগেটিভ হাফ সাইকেলে লোড রেজিস্টরের মধ্যে কোনও কারেন্ট প্রবাহিত হয় না, ফলে ভোল্টেজ শূন্য $V_{out} = 0$

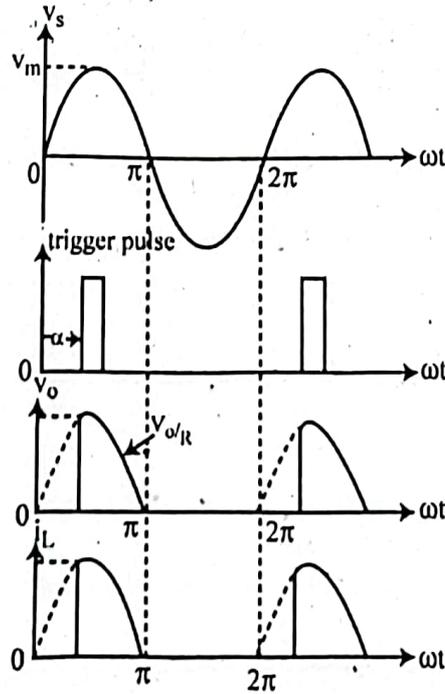
৭.৩ ইন্ডাকটিভ ও রেজিস্টিভ লোড ব্যবহার করে থাইরিস্টর দিয়ে হাফ ওয়েভ রেকটিফিকেশন চিত্রিত
(Illustrate the half wave rectification with thyristor using inductive and resistive load) :

চিত্র ৭.২(ক)-তে থাইরিস্টর বা SCR ব্যবহৃত রেজিস্টিভ লোডবিশিষ্ট সিঙ্গেল ফেজ কন্ট্রোল রেজিস্টিফায়ার সার্কিট অঙ্কন করে দে হলো, যাতে ইনপুট ভোল্টেজের +ve অর্ধ-সাইকেলে SCR-এর অ্যানোড, ক্যাথোডের তুলনায় +ve হয়, অর্থাৎ ফরোয়ার্ড বায়াস পায়। এ ধরা যাক $t = \alpha$ সময়ে SCRটি ফায়ারিং বা ট্রিগারিং করে কন্ডাকশনে আনা হলো। এতে আউটপুটে লোডের আড়াআড়িতে ভোল্টেজ পাবে। আবার $t = \pi$ সময়ে যদি ইনপুট ভোল্টেজ নেগেটিভ হয়ে যায়, তবে SCR-এর অ্যানোড ক্যাথোডের তুলনায় -ve হয়, অর্থাৎ রিভার্স পায়। ফলে SCRটি টার্ন অফ হয়। পরবর্তী সাইকেলে SCRটি আবার পূর্বের ন্যায় কাজ শুরু করে। এখানে ইনপুট ভোল্টেজের +ve সাইকেলের শুরু হতে SCR-এর ট্রিগার হওয়ার পূর্বপর্যন্ত সময়কে ডিলে (Delay) বা ফায়ারিং অ্যাঙ্গেল α বলে।

চিত্র ৭.২(খ)-তে ইনপুট ও আউটপুট ভোল্টেজ ও কারেন্ট ওয়েভ ফরমসমূহ দেখানো হলো। চিত্র হতে দেখা যায়, লোডের আড়াআড়ি প্রাপ্ত আউটপুট ভোল্টেজ ও কারেন্ট উভয়ই ইনপুট ভোল্টেজের শুধুমাত্র +ve অর্ধ-সাইকেলের জন্য পাওয়া যায় এবং এদের ওয়েভ ফরম ধরনের হয়।



(ক) রেজিস্টিভ লোডবিশিষ্ট সিঙ্গেল ফেজ SCR কন্ট্রোল রেজিস্টিফায়ার সার্কিট



(খ) রেজিস্টিফায়ার সার্কিটের ইনপুট-আউটপুট ভোল্টেজ ওয়েভ

চিত্র : ৭.২ কন্ট্রোল রেজিস্টিফায়ার হিসাবে SCR

যদি পিক ইনপুট ভোল্টেজ V_m ও গড় বা ডিসি আউটপুট ভোল্টেজ V_{dc} হয়, তবে—

$$\begin{aligned} V_{dc} &= \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) \\ &= \frac{V_m}{2\pi} [-\cos \omega t]_{\alpha}^{\pi} \\ &= \frac{V_m}{2\pi} [-\cos \pi - (-\cos \alpha)] \\ &= \frac{V_m}{2\pi} (1 + \cos \alpha) \dots \dots \dots (9.1) \end{aligned}$$

সমীকরণ ৯.১ হতে দেখা যায় ফায়ারিং অ্যাঙ্গেল α এর মান ০ হতে π পর্যন্ত পরিবর্তিত হলে, V_{dc} এর মান $\frac{V_m}{\pi}$ হতে ০ পর্যন্ত পরিবর্তিত হয়, যেখানে $\alpha = 0$ হলে আউটপুট ডিসি ভোল্টেজের মান সর্বোচ্চ হয়। অর্থাৎ,

$$V_{dc} = \frac{V_m}{\pi} \dots \dots \dots (9.2)$$

গড় ডিসি কারেন্ট,

$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R} = \frac{V_m}{2\pi R} (1 + \cos \alpha) \dots \dots \dots (9.3)$$

$\alpha = 0^\circ$ হলে

$$\begin{aligned} I_{dc} &= \frac{V_m}{2\pi R} (1 + \cos 0^\circ) \\ &= \frac{V_m}{2\pi R} (1 + 1) \quad [\because \cos 0^\circ = 1] \\ &= \frac{V_m}{2\pi R} \times 2 \end{aligned}$$

$$I_{dc} = \frac{V_m}{\pi R}$$

এবং $\alpha = 90^\circ$

$$\begin{aligned} I_{dc} &= \frac{V_m}{2\pi R} (1 + \cos 90^\circ) \\ &= \frac{V_m}{2\pi R} (1 + 0) \quad [\because \cos 90^\circ = 0] \\ &= \frac{V_m}{2\pi R} \times 1 \end{aligned}$$

$$I_{dc} = \frac{V_m}{2\pi R}$$

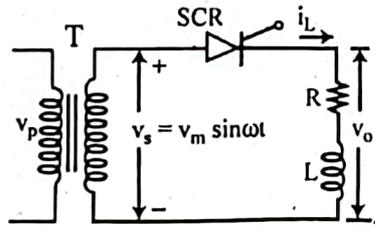
অর্থাৎ ফায়ারিং অ্যাঙ্গেল α -এর মান যত বড় হবে, গড় ডিসি কারেন্টের মান তত কমে যাবে।

এ ধরনের সার্কিটের আরএমএস আউটপুট ভোল্টেজ,

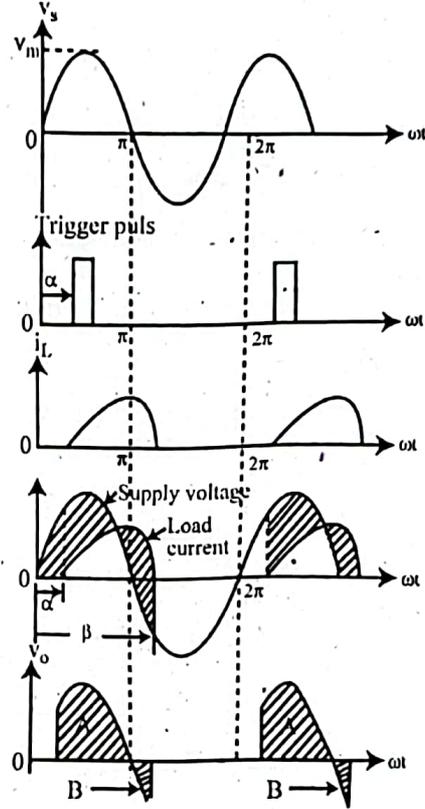
$$\begin{aligned} V_{rms} &= \left[\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m^2 \sin^2 \omega t d(\omega t) \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \left[\frac{V_m^2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} (1 - \cos^2 \omega t) d(\omega t) \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \left[\frac{V_m^2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} (1 - \cos^2 \omega t) d(\omega t) \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{V_m}{2} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (9.8) \end{aligned}$$

RL লোডবিশিষ্ট হাফ ওয়েভ কন্ট্রোল্ড রেকটিফায়ার (Half-wave controlled rectifier with RL load) :

চিত্র ৭.৩(ক)-তে রেজিস্টিভ ও ইন্ডাক্টিভ লোডবিশিষ্ট সিঙ্গেল ফেজ হাফ ওয়েভ কন্ট্রোল্ড রেকটিফায়ার সার্কিট দেখানো হলো। সার্কিট ইন্ডাক্টিভ লোড ব্যবহারের ফলে লোড কারেন্ট ভোল্টেজ ওয়েভের শুরু হতে কিছুটা পিছিয়ে পড়ে, অর্থাৎ ল্যাগিং (Lagging) থাকে। ফলে ইন্ডাক্টিভ লোডবিশিষ্ট কন্ট্রোল্ড রেকটিফায়ার সার্কিটের ক্ষেত্রে লক্ষ রাখতে হয় যেন SCR-এর ফায়ারিং লোড কারেন্টের প্রয়োজনীয় ফেজ ল্যাগের (Phase lag) পরে দেয়া হয়। অন্যথায়, SCRটি টার্ন অফ হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় কারেন্ট পাবে না।



চিত্র : (ক)



চিত্র : (খ)

চিত্র : ৭.৩ RL লোডবিশিষ্ট হাফ ওয়েভ রেকটিফায়ার

চিত্র ৭.২(খ)-তে ইনপুট ও আউটপুট ওয়েভসমূহ দেখানো হলো। চিত্র হতে দেখা যায়, সার্কিটে SCR ব্যবহারের ফলে লোড কারেন্ট শুধুমাত্র +ve অর্ধ-সাইকেলের জন্য প্রবাহিত হয়। আবার ইন্ডাক্টিভ ও রেজিস্টিভ লোডের আড়াআড়িতে যে লোড ভোল্টেজ পাওয়া যায় তা SCR-এর ফায়ারিং-এর পর হতে ইনপুট সাপ্লাইয়ের +ve অর্ধ-সাইকেলের পরেও কিছুটা সময় পাওয়া যায়। চিত্র ৭.২(খ)-তে অতিরিক্ত অংশটুকু B চিহ্নিত অংশ দ্বারা দেখানো হয়েছে। এ সময় মূলত ইন্ডাক্টিভ লোডের কারণে লোড কারেন্ট (i_L) SCR-এর হোল্ডিং কারেন্টের (I_H) উপরে থাকে বিধায় সাপ্লাই ভোল্টেজের -ve অর্ধ-সাইকেলের কিছুটা সময় ধরে লোডে কারেন্ট প্রবাহিত হয়, ফলে লোড ভোল্টেজ পাওয়া যায়। এ কারেন্ট যখন হোল্ডিং কারেন্টের নিচে নেমে আসে তখন ডিভাইসটি অফ (OFF) হয়ে যায়।

চিত্র ৭.৩(খ) হতে দেখা যায় আউটপুট-লোড ভোল্টেজ α হতে β পর্যন্ত পাওয়া যায়। অতএব, গড় বা ডিসি লোড ভোল্টেজ,

$$\begin{aligned} V_{dc} &= \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\beta} V_s d(\omega t) \\ &= \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\beta} V_m \sin \omega t d(\omega t) \quad [\because V_s = V_m \sin \omega t] \\ &= \frac{V_m}{2\pi} [-\cos \omega t]_{\alpha}^{\beta} \\ &= \frac{V_m}{2\pi} (\cos \alpha - \cos \beta) \dots \dots \dots (৭.৫) \end{aligned}$$

এখানে β -এর মান ফায়ারিং অ্যাঙ্গেল α ও লোড পাওয়ার ফ্যাক্টর অ্যাঙ্গেল ϕ ($\tan^{-1} \frac{\omega L}{R}$) এর উপর নির্ভর করে। α -এর মান ঠিক রেখে ϕ -এর মান বাড়ালে লোড পাওয়ার ফ্যাক্টরের মান কমে যায়, ফলে গড় বা ডিসি আউটপুট ভোল্টেজ হ্রাস পায়।

যদি SCR-এর কন্ডাকশন অ্যাঙ্গেল θ হয়, তবে লেখা যায়—

$$\theta = \beta - \alpha$$

$$\text{বা, } \beta = \theta + \alpha \dots \dots \dots (৭.৬)$$

β এর মান ৭.৫ নং সমীকরণে বসিয়ে ডিসি লোড ভোল্টেজকে লেখা যায়—

$$\begin{aligned} V_{dc} &= \frac{V_m}{2\pi} [\cos\alpha - \cos(\theta + \alpha)] \left[\because \cos C - \cos D = 2\sin \frac{C+D}{2} \sin \frac{D-C}{2} \right] \\ &= \frac{V_m}{\pi} \sin \frac{\theta}{2} \sin \left(\alpha + \frac{\theta}{2} \right) \dots \dots \dots (৭.৭) \end{aligned}$$

আবার গড় বা ডিসি লোড কারেন্ট,

$$\begin{aligned} I_{dc} &= \frac{V_{dc}}{R} \\ &= \frac{V_m}{\pi R} \sin \frac{\theta}{2} \sin \left(\alpha + \frac{\theta}{2} \right) \dots \dots \dots (৭.৮) \end{aligned}$$

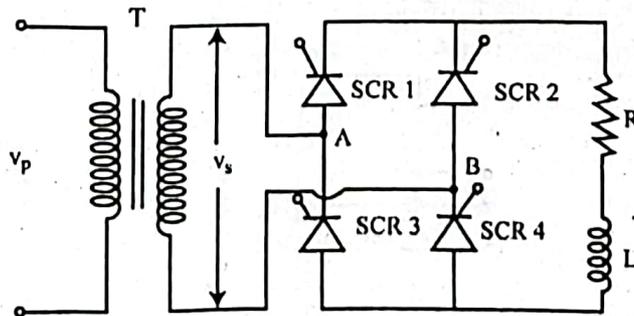
আরএমএস আউটপুট ভোল্টেজ,

$$\begin{aligned} V_{rms} &= \left[\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\beta} V_s^2 d(\omega t) \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\beta} V_m^2 \sin^2 \omega t d(\omega t) \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \left[\frac{V_m^2}{4\pi} \int_{\alpha}^{\beta} (1 - \cos 2(\omega t)) d(\omega t) \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{V_m}{2} \left[\frac{1}{\pi} (\beta - \alpha - \frac{1}{2} \sin 2\beta + \frac{1}{2} \sin 2\alpha) \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{V_m}{2\sqrt{\pi}} \left[\theta - \frac{1}{2} (\sin (2\theta + 2\alpha) - \sin 2\alpha) \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{V_m}{2\sqrt{\pi}} [\theta - \sin\theta \cos (\theta + 2\alpha)]^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (৭.৯) \quad \left[\because \sin C - \sin D = 2\cos \frac{C+D}{2} \sin \frac{C-D}{2} \right] \end{aligned}$$

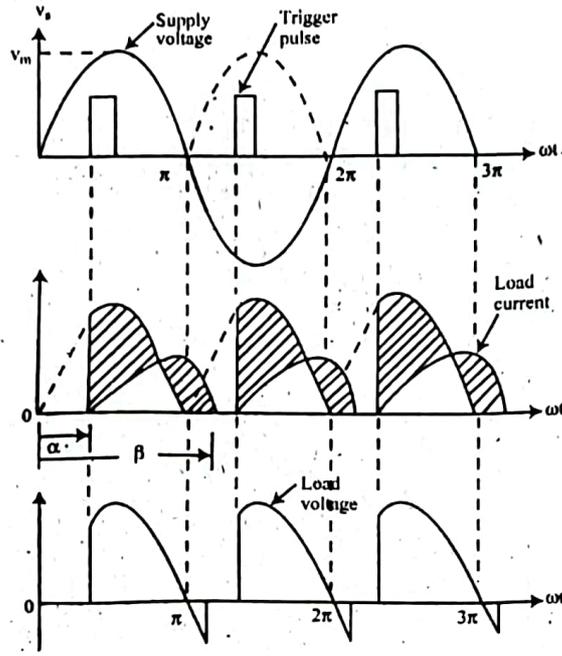
$$\begin{aligned} \text{আবার, } I_{rms} &= \frac{V_{rms}}{R} \\ &= \frac{V_m}{2R\sqrt{\pi}} [\theta - \sin\theta \cos (\theta + 2\alpha)]^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

৭.৪ রেজিস্টিভ এবং ইন্ডাক্টিভ লোড ব্যবহার করে ডায়োড এবং থাইরিস্টরের সাহায্যে ফুল ওয়েভ রেকটিফিকেশন ব্যাখ্যা (Interpretation of the full wave rectification with diode and thyristor using resistive and inductive load) :

□ RL লোড-বিশিষ্ট ফুল কন্ট্রোল্ড ব্রিজ রেকটিফায়ার (Full controlled bridge rectifier with RL load) : চিত্র ৭.৪ (ক)-এ RL লোড-বিশিষ্ট ফুল কন্ট্রোল্ড ব্রিজ রেকটিফায়ার সার্কিট দেখানো হলো। ইনপুট সাপ্লাইয়ের +ve অর্ধ-সাইকেলে যখন A টার্মিনাল +ve হয়, তখন কারেন্ট SCR1 ও SCR4 এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। আবার -ve অর্ধ-সাইকেলে যখন B টার্মিনাল A এর তুলনায় +ve হয় তখন কারেন্ট SCR2 লোড ও SCR3 এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। আবার ইন্ডাক্টিভ লোডের কারণে SCR-সমূহ তাদের রিভার্স বায়াসের কিছুটা সময় পর্যন্ত কন্ডাকশনে থাকে। এ ধরনের সার্কিটের ইনপুট ও আউটপুট ওয়েভসমূহ চিত্র ৭.৪(খ)-এ দেখানো হলো—



চিত্র : ৭.৪ (ক) RL লোড ফ্লাইবক ইন্ডাক্টিভ ডায়োড-বিশিষ্ট ফেজ হাফ কন্ট্রোল্ড ব্রিজ রেকটিফায়ার



চিত্র : ৯.৪ (খ) ইনপুট ও আউটপুট ওয়েভ

এ ধরনের কন্ট্রোলড রেকটিফায়ারের গড় বা ডিসি লোড ভোল্টেজ,

$$V_{dc} = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\beta} V_m \sin \omega t \, d(\omega t)$$

(৯.৭) নং সমীকরণ অনুযায়ী সমাধান করে দেখা যায়—

$$V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi} \sin \frac{\theta}{2} \sin \left(\alpha + \frac{\theta}{2} \right) \dots \dots \dots (৯.১৯)$$

যেখানে $\theta = \beta - \alpha$, SCR এর কন্ডাকশন অ্যাঙ্গেল।

গড় বা ডিসি লোড কারেন্ট,

$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{z} \text{ যেখানে } z = R + jyL$$

$$= \frac{2V_m}{z\pi} \cdot \sin \frac{\theta}{2} \cdot \sin \left(\alpha + \frac{\theta}{2} \right)$$

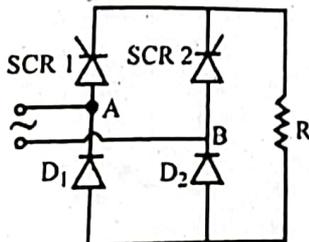
আরএমএস লোড ভোল্টেজ,

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \left[\frac{\theta}{\pi} - \frac{\sin \theta \cos(2\alpha + \theta)}{\pi} \right]^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (৯.১১)$$

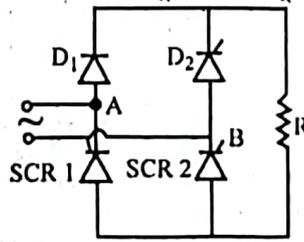
৭.৫ সিঙ্গেল ফেজ সেমি-কনভার্টার এবং ফুল কনভার্টার (Single phase semi-converter and full converter)

□ রেজিস্টিভ লোড-বিশিষ্ট হাফ কন্ট্রোলড ব্রিজ রেকটিফায়ার (Half-controlled bridge rectifier with resistive load) : ৭.৫নং চি SCR ও ডায়োড ব্যবহৃত বিভিন্ন সংযোগে হাফ কন্ট্রোলড ব্রিজ রেকটিফায়ার সার্কিট দেখান হলো। রেজিস্টিভ লোডের ক্ষেত্রে চিত্রের তিন ধরনে সার্কিট সংযোগ হতে একই ধরনের আউটপুট পাওয়া যায়। তবে ইন্ডাক্টিভ লোডের ক্ষেত্রে চিত্র ৭.৫(ক) ও (খ) এর সার্কিটের আচরণ (Behaviour) একই হলেও ৭.৫(গ) নং চিত্রের সার্কিটটি কিছুটা ভিন্ন আচরণ করে।

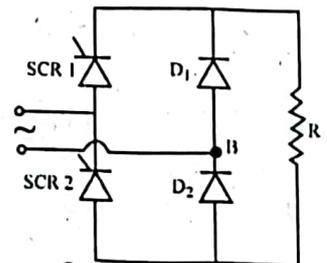
চিত্র ৭.৬-এ রেজিস্টিভ লোডবিশিষ্ট এ ধরনের সার্কিটের ইনপুট ও আউটপুট ওয়েভসমূহ দেখানো হলো—



(ক) SCR-এর কমন ক্যাথোড সংযোগ



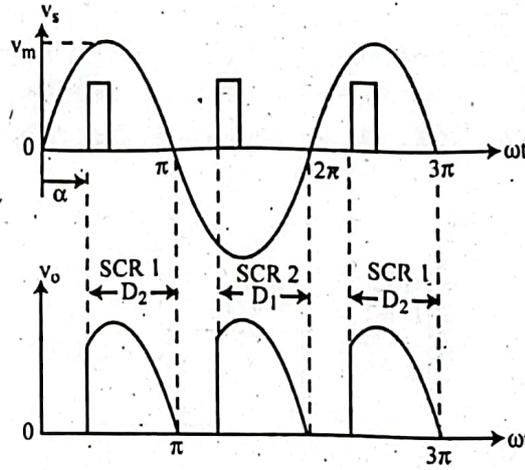
(খ) SCR-এর কমন অ্যানোড সংযোগ



(গ) সিঙ্গেল এমসি লাইনের সাথে SCR-এর সংযোগ

চিত্র : ৭.৫

চিত্র ৭.৫(ক)-এর সার্কিট অনুযায়ী যখন A প্রান্ত B এর তুলনায় +ve হয় তখন SCR-কে ট্রিগার করা হলে কারেন্ট SCR1 লোড R ও ডায়োড D₂-এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। এ সময় SCR₂ টার্ন অফে থাকে। আবার B প্রান্ত যখন A এর তুলনায় +ve হয় তখন SCR2-কে ট্রিগার করা হলে কারেন্ট SCR2 লোড R ও ডায়োড D1 এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। এ সময় SCR1 টার্ন অফে থাকে। অতএব দেখা যায়, ইনপুট সাপ্লাইয়ের উভয় অর্ধ-সাইকেলেই লোড R এর মধ্য দিয়ে একই অভিমুখে কারেন্ট প্রবাহিত হয়।



চিত্র : ৭.৬ রেজিস্টিভ লোডের ক্ষেত্রে ইনপুট ও আউটপুট ওয়েভ

এক্ষেত্রে সার্কিটের গড় বা ডিসি লোড ভোল্টেজ,

$$V_{dc} = 2 \times \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin \omega t \, d(\omega t)$$

$$= \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin \omega t \, d(\omega t)$$

$$V_{dc} = \frac{V_m}{\pi} (1 + \cos \alpha) \dots \dots \dots (৭.১২)$$

গড় বা ডিসি লোড কারেন্ট,

$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R} \text{ [} V_{dc} \text{ এর মান বসিয়ে পাই]}$$

$$= \frac{V_m}{\pi R} (1 + \cos \alpha) \dots \dots \dots (৭.১৩)$$

আরএমএস লোড ভোল্টেজ,

$$V_{rms} = \left[2 \times \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m^2 \sin^2 \omega t \, d(\omega t) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left[\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m^2 \sin^2 \omega t \, d(\omega t) \right]^{\frac{1}{2}}$$

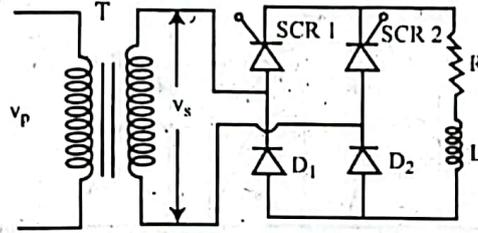
$$= \left[\frac{V_m^2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} (1 - \cos 2\omega t) \, d(\omega t) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (৭.১৪)$$

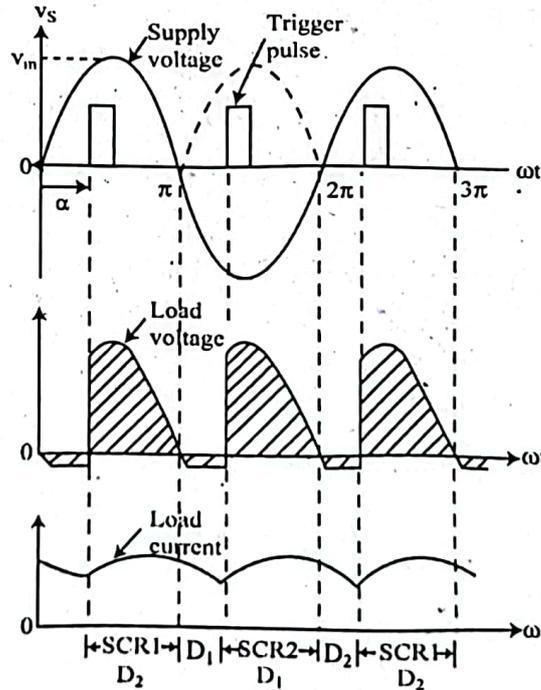
অতএব, আরএমএস লোড কারেন্ট,

$$I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R} = \frac{V_m}{\sqrt{2}R} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (৭.১৫)$$

□ RL লোড-বিশিষ্ট হাফ কন্ট্রোলড ব্রিজ রেকটিফায়ার (Half-controlled bridge rectifier with RL load) : চিত্র ৭.৭(ক)-তে RL লোডবিশিষ্ট হাফ কন্ট্রোলড ব্রিজ রেকটিফায়ার সার্কিট দেখানো হলো। এখানে ইন্ডাক্টিভ লোডের কারণে লোড কারেন্ট ফেজ ইনপুট সাপ্লাই ভোল্টেজের চেয়ে কিছুটা ফেজ ল্যাগে (Phase lag) থাকে। ফলে SCR ট্রিগারিং-এর সময় লক্ষ রাখতে হয়, যাতে সেটি টার্ন অন হওয়ার প্রয়োজনীয় কারেন্ট পায়। আবার কন্ডাকশন পাওয়ার পর ইনপুট সাপ্লাইয়ের $-ve$ ভোল্টেজের সময় SCR-এর ভোল্টেজ রিভার্স হলেও ইন্ডাক্টিভ লোডের কারণে সেটিতে ব্যাক ইএমএফ প্রয়োগ হয়, ফলে কিছুটা সময় পর্যন্ত সেটি কন্ডাকশনে থাকে। কিন্তু এ সময় ডায়োড D_2 রিভার্স বা এবং D_1 ফরওয়ার্ড বায়াস পায়। ফলে কারেন্ট তখন D_2 হতে D_1 -এ পরিবর্তিত হয়। এ সময় লোড কারেন্ট কমতে থাকে। পরবর্তীতে ইনপুট সাপ্লাই ভোল্টেজের $-ve$ অর্ধ-সাইকেলে যখন SCR2 ট্রিগার হয় তখন SCR1 টার্ন অফ হয় এবং কারেন্ট SCR2 ও ডায়োড D_1 -এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। এক্ষেত্রেও ইন্ডাক্টিভ লোডের কারণে $-ve$ অর্ধ-সাইকেলের শেষে $+ve$ অর্ধ-সাইকেলের কিছুটা সময় পর্যন্ত SCR2 কন্ডাকশন থাকে। এ সময় ডায়োড D_1 হতে কারেন্ট D_2 তে পরিবর্তিত হয়। চিত্র ৭.৭(খ)-তে ইনপুট ও আউটপুট ওয়েভসমূহ দেখানো হলো—



(ক) RL লোডবিশিষ্ট সিন্গল ফেজ হাফ কন্ট্রোলড ব্রিজ রেকটিফায়ার



চিত্র : ৭.৭ (খ) ইনপুট ও আউটপুট ওয়েভ

যদি ডায়োডের ফরওয়ার্ড ভোল্টেজ ড্রপকে নগণ্য ধরা হয়, তবে এ ধরনের সার্কিটের গড় বা ডিসি লোড ভোল্টেজ,

$$V_{dc} = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin \omega t \, d(\omega t) = \frac{V_m}{\pi} (1 + \cos \alpha) \dots \dots \dots (৭.১৬)$$

ডিসি লোড কারেন্ট,

$$I_{dc} = \frac{V_{dc}}{R} = \frac{V_m}{\pi R} (1 + \cos \alpha) \dots \dots \dots (৭.১৭)$$

আরএমএস লোড ভোল্টেজ,

$$V_{rms} = \left[\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m^2 \sin^2 \omega t \, d(\omega t) \right]^{1/2}$$

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right) \right]^{1/2} \dots \dots \dots (৭.১৮)$$