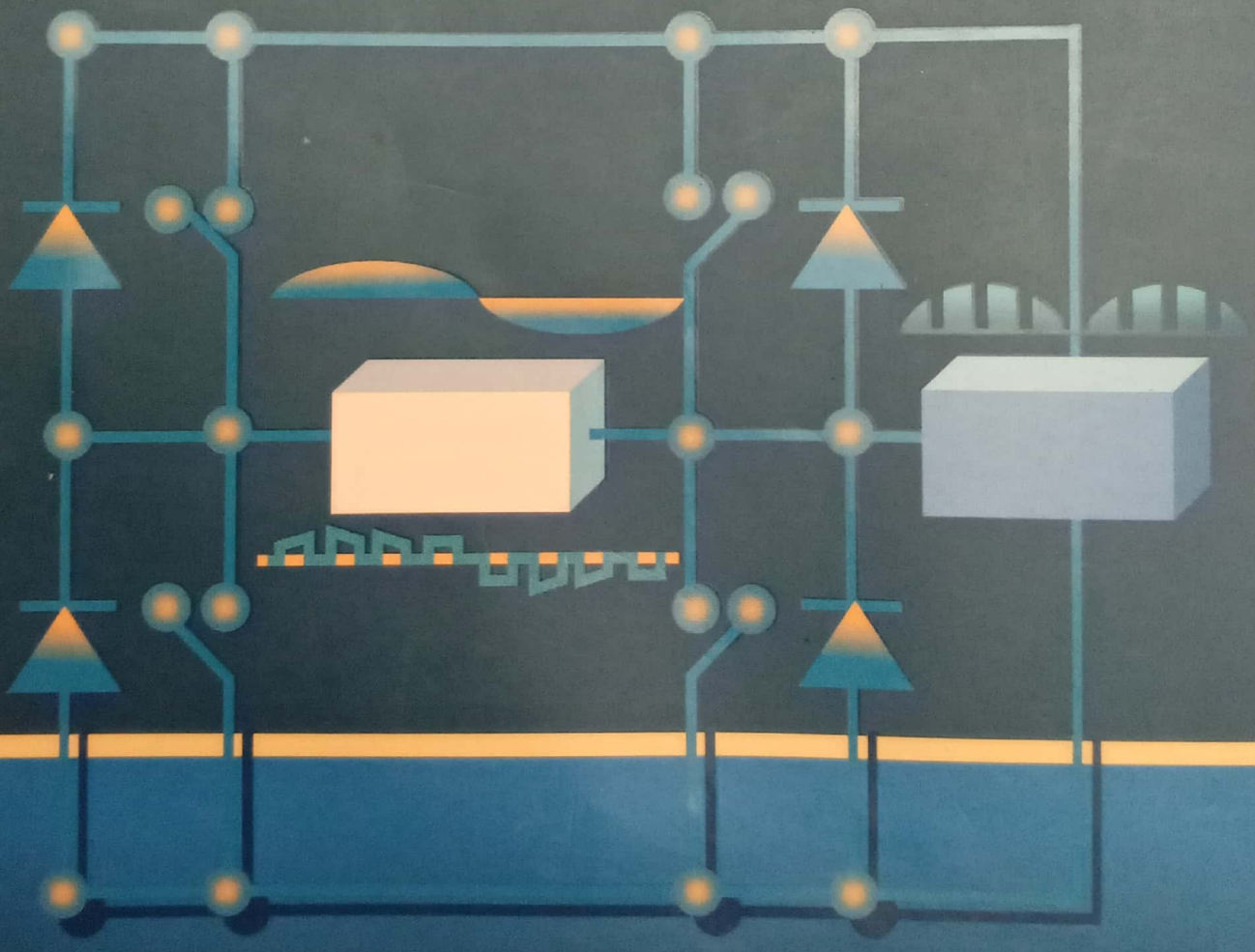
محمد ه. رشید

الکترونیک قدرت

مدارها، عناصر و کاربردها

ویرایش دوم

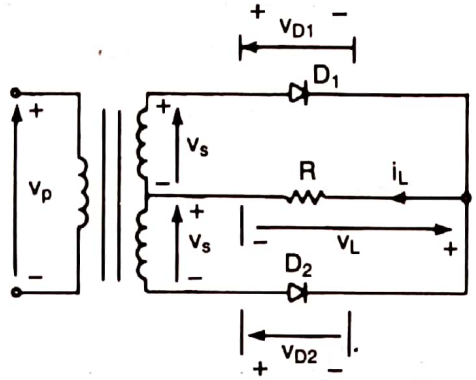
چاپ دهم



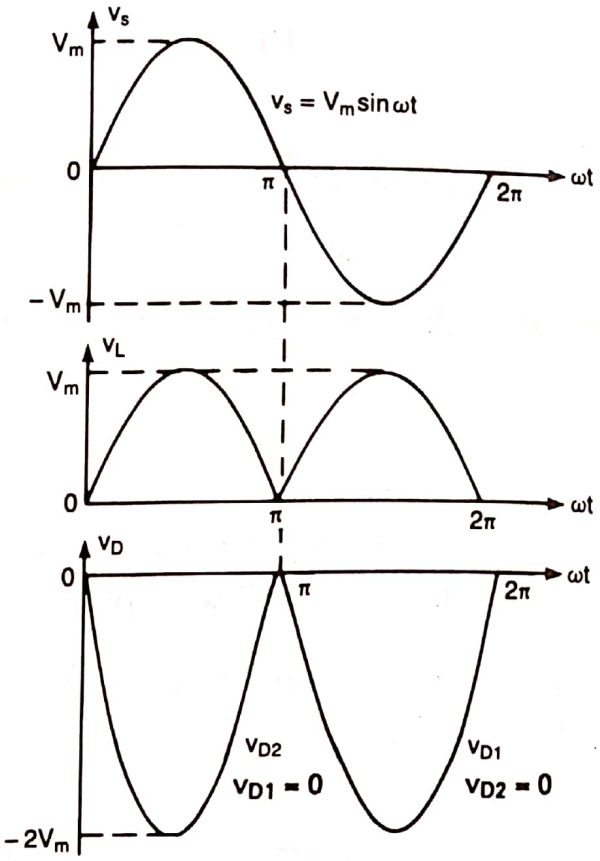
دکتر سید ابراهیم افجه‌ای

عضو هیئت علمی دانشکده برق و کامپیوتر دانشگاه شهید بهشتی

مهندس مجید مهاجر

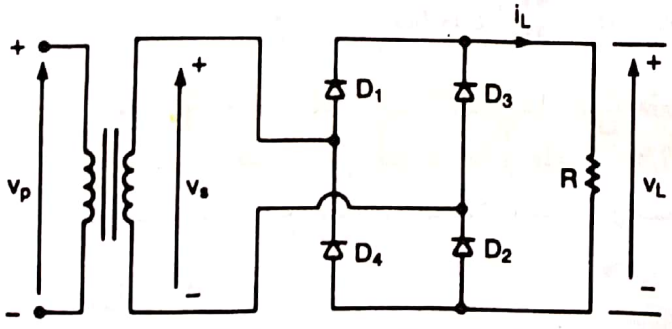


الف) نمودار مدار

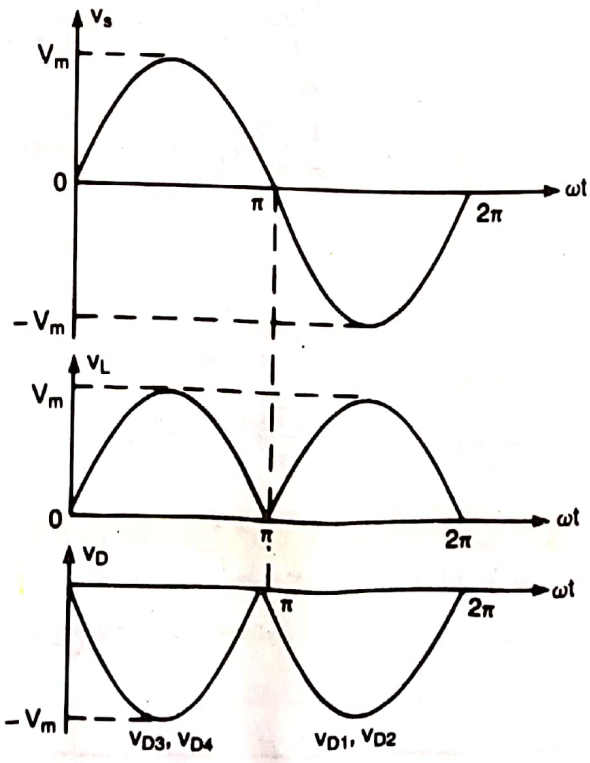


ب) شکل موجها

شکل ۳-۱۸ یکسوکننده تمام موج با ترانسفورماتور دارای سر وسط.



الف) نمودار مدار

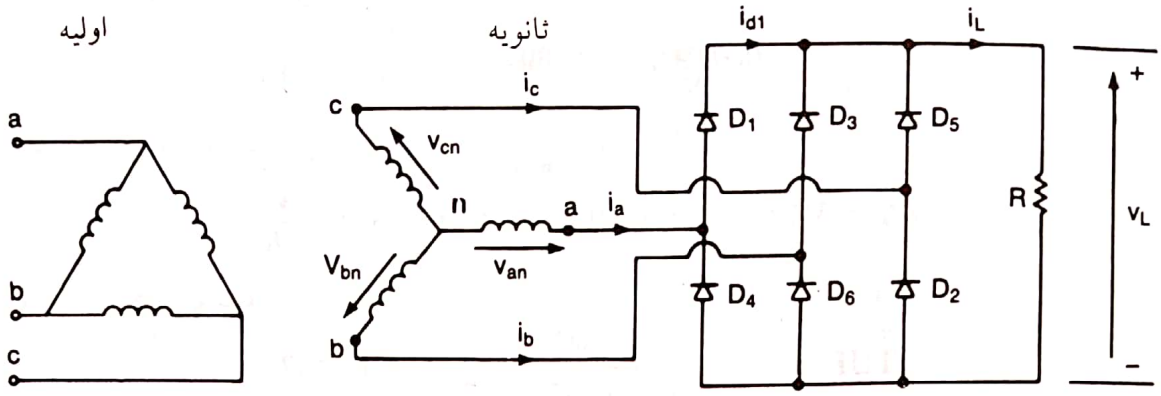


ب) شکل موجها

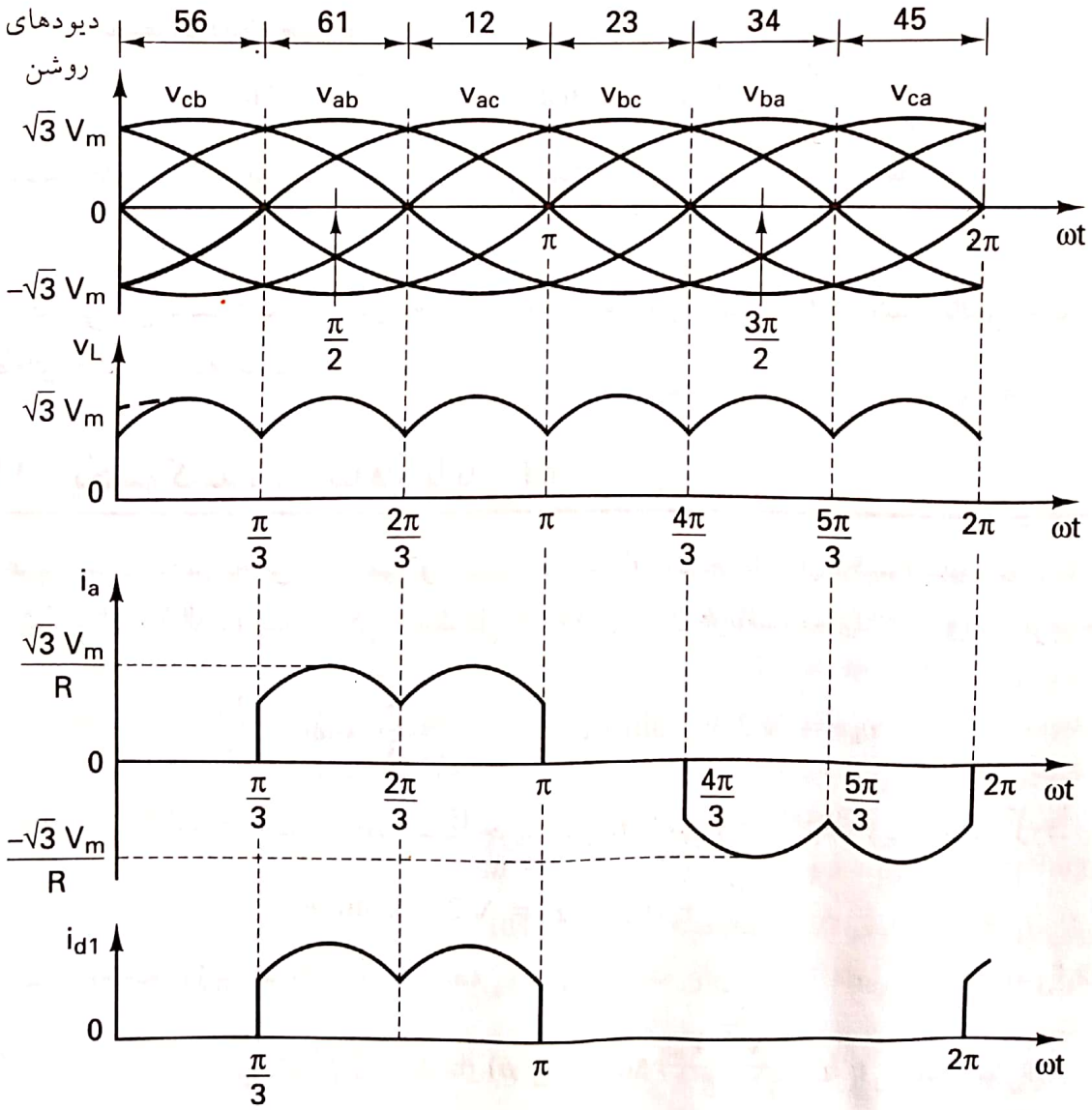
شکل ۳-۱۹ یکسوکننده پل تمام موج.

$$\eta = \frac{(1.654V_m)^2}{(1.6554V_m)^2} = 99.83\%$$

ب) از رابطه ۳-۴۶ ضریب شکل بدست می‌آید:

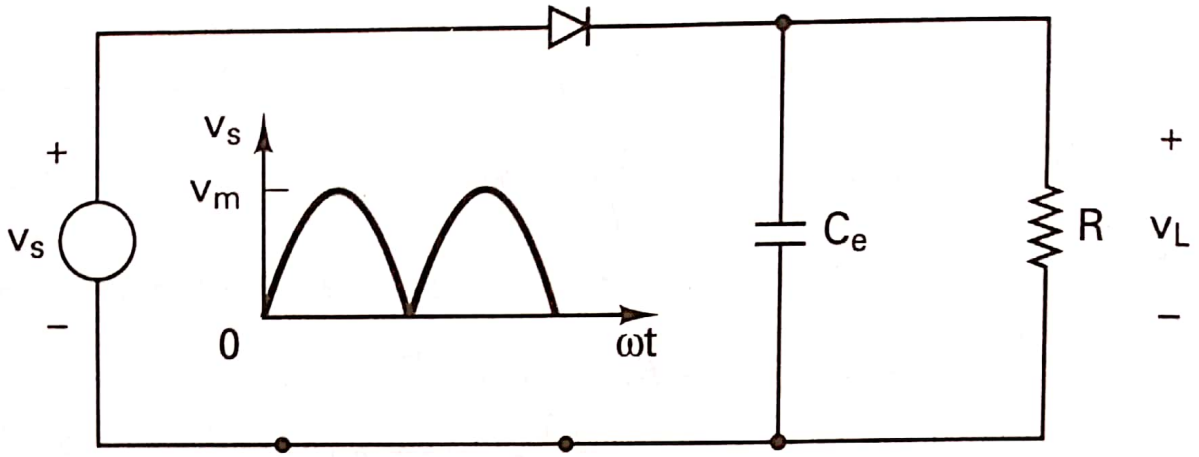


شکل ۳-۲۵ یکسوکننده پل سه‌فاز.

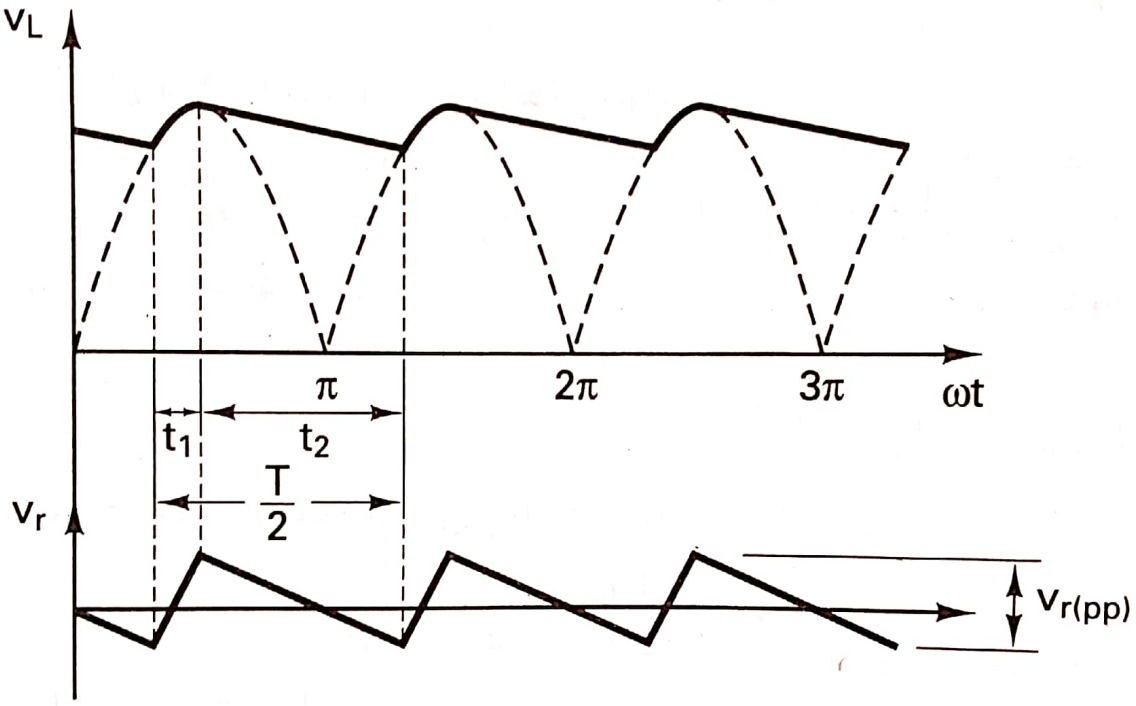


شکل ۳-۲۶ شکل موجها و زمانهای هدایت دیودها.

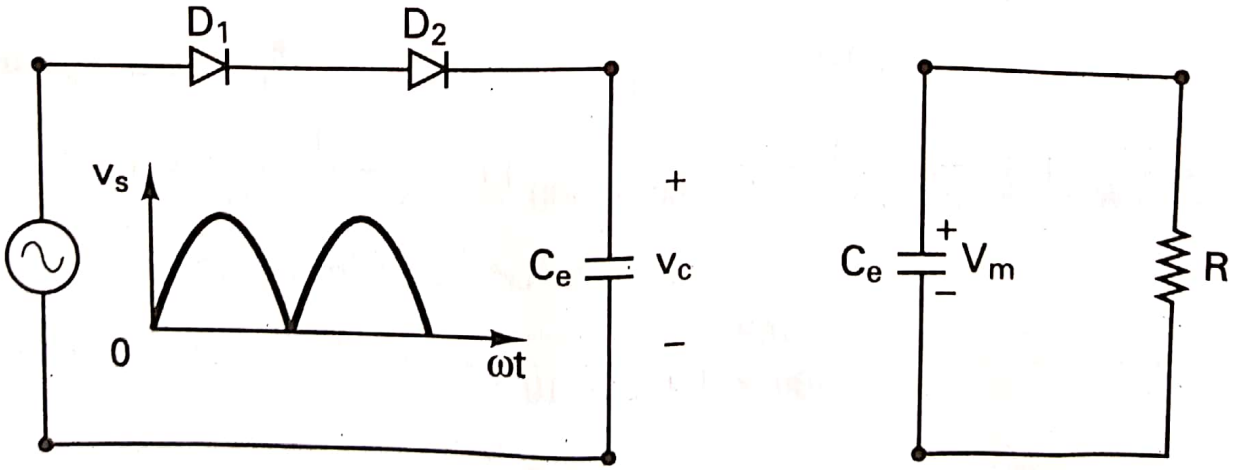
Scanned by CamScanner



الف) مدل مداری



ب) شکل موجها برای یکسوکننده تمام موج



ج) مدار شارژکننده

د) مدار تخلیه

شکل ۳-۳۳ یکسوکننده پل تکفاز با فیلتر C.

۳ - ۶ یکسوکننده‌های تکفاز نیم‌موج

یک یکسوکننده مداری است که عمل تبدیل یک سیگنال ac به یک سیگنال یکسویه را انجام می‌دهد. دیودها به‌صورت گسترده‌ای در یکسوکننده‌ها بکار می‌روند. ساده‌ترین نوع یکسوکننده‌ها، یکسوکننده تکفاز نیم‌موج است که به‌طور معمول در کاربردهای صنعتی بکار گرفته نمی‌شود، اما برای فهم اصول طرز کار مدارهای یکسوکننده بسیار مفید است. دیاگرام مدار با بار مقاومتی در شکل ۳-۱۴ الف نشان داده شده است. طی نیم‌سیکل مثبت ولتاژ ورودی، دیود D_1 هدایت می‌کند و ولتاژ ورودی روی بار می‌افتد. اما در نیم‌سیکل منفی ولتاژ ورودی، دیود به عنوان مانعی عمل کرده و ولتاژ خروجی صفر می‌شود. شکل موجهای ولتاژ ورودی و خروجی در شکل ۳-۱۴ ب نشان داده شده‌اند.

۳ - ۷ پارامترهای کارآیی

اگرچه ولتاژ خروجی نشان داده شده در شکل ۳-۱۴ ب از نوع dc است، اما ناپیوسته و شامل هارمونی می‌باشد. یکسوکننده باید ولتاژ خروجی dc با حداقل مقدار هارمونی تولید کند. علاوه بر این باید جریان ورودی را تا حد ممکن سینوسی و هم‌فاز ولتاژ ورودی نگه دارد تا ضریب توان مدار نزدیک به یک باشد. برای مشخص کردن کیفیت کار یک یکسوکننده نیاز به تعیین کردن هارمونیهای جریان ورودی، ولتاژ خروجی و جریان خروجی داریم. برای پیداکردن هارمونیکهای ولتاژها و جریانها از بسط سری فوریه کمک می‌گیریم. مدارهای یکسوکننده متنوعی وجود دارند و به‌طور معمول کارآیی یک یکسوکننده از روی پارامترهای زیر تعیین می‌شود:

مقدار متوسط ولتاژ خروجی (بار)، V_{dc}

مقدار متوسط جریان خروجی (بار)، I_{dc}

توان dc خروجی،

$$P_{dc} = V_{dc} I_{dc} \qquad (۴۲-۳)$$

مقدار موثر ولتاژ خروجی، V_{rms}

مقدار موثر جریان خروجی، I_{rms}

توان ac خروجی

$$P_{ac} = V_{rms} I_{rms} \qquad (۴۳-۳)$$

بازده (یا نسبت یکسوسازی) یک یکسوکننده که مقایسه یکسوکننده‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد به صورت زیر تعریف شده است:

$$\eta = \frac{P_{dc}}{P_{ac}} \qquad (۴۴-۳)$$

ولتاژ خروجی را می‌توان ترکیبی از دو مولفه در نظر گرفت: ۱) مقدار dc و ۲) مولفه ac یا ریپل. مقدار مؤثر مولفه ac ولتاژ خروجی برابر است با:

$$V_{ac} = \sqrt{V_{rms}^2 - V_{dc}^2} \quad (۴۵-۳)$$

ضریب شکل، که نمایانگر شکل ولتاژ خروجی است مطابق زیر تعریف شده است:

$$FF = \frac{V_{rms}}{V_{dc}} \quad (۴۶-۳)$$

ضریب ریپل، که نمایانگر مقدار ریپل است برابر است با:

$$RF = \frac{V_{ac}}{V_{dc}} \quad (۴۷-۳)$$

با جایگزینی رابطه ۳-۴۵ در رابطه ۳-۴۷ می‌توان ضریب ریپل را به صورت زیر بیان کرد:

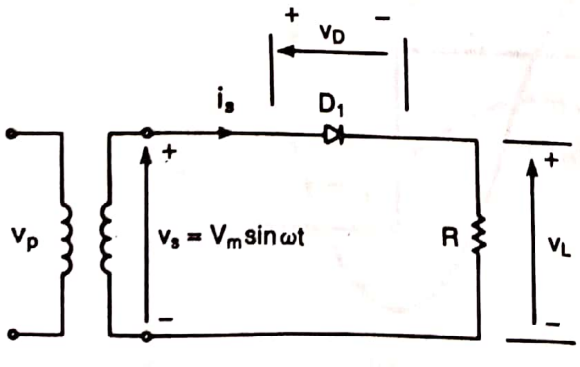
$$RF = \sqrt{\left(\frac{V_{rms}}{V_{dc}}\right)^2 - 1} = \sqrt{FF^2 - 1} \quad (۴۸-۳)$$

ضریب کارکرد ترانسفورماتور مطابق زیر تعریف شده است:

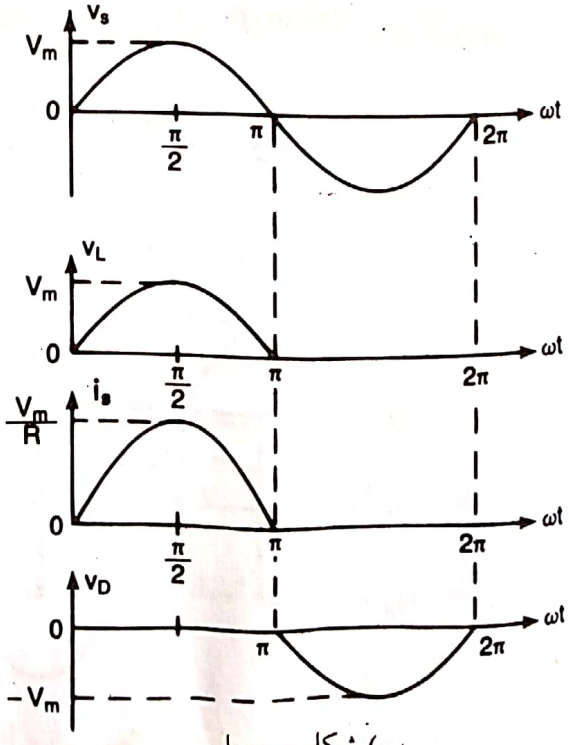
$$TUF = \frac{P_{dc}}{V_s I_s} \quad (۴۹-۳)$$

که V_s و I_s به‌ترتیب ولتاژ موثر و جریان موثر ثانویه ترانسفورماتور هستند. اجازه دهید که شکل موجهای نشان داده شده در شکل ۳-۱۵ را که در آن V_s ولتاژ ورودی سینوسی، i_s جریان ورودی لحظه‌ای و i_{s1} مولفه اولیه آن است را در نظر بگیریم.

زاویه میان مولفه‌های اولیه جریان و ولتاژ ورودی، زاویه تغییر مکان نام دارد و با علامت ϕ نشان



الف) نمودار مدار



ب) شکل موجها

شکل ۳-۱۴ یکسوکننده تکفاز نیم‌موج.

داده می‌شود. ضریب تغییر مکان به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$DF = \cos \phi \qquad (۵۰-۳)$$

ضریب هارمونی جریان ورودی به شکل زیر بیان می‌شود:

$$HF = \left(\frac{I_s^2 - I_{s1}^2}{I_{s1}^2}\right)^{1/2} = \left[\left(\frac{I_s}{I_{s1}}\right)^2 - 1\right]^{1/2} \qquad (۵۱-۳)$$

که I_{s1} مولفه اولیه جریان ورودی I_s است. در این رابطه هر دو جریان I_s و I_{s1} به صورت مقدار مؤثر در نظر گرفته می‌شوند. ضریب توان ورودی برابر خواهد بود با:

$$PF = \frac{V_s I_{s1}}{V_s I_s} \cos \phi = \frac{I_{s1}}{I_s} \cos \phi \qquad (۵۲-۳)$$

ضریب صعود CF که بیانگر میزان پیک جریان ورودی $I_{s(peak)}$ در مقایسه با مقدار مؤثر آن است، هنگام مشخص کردن حدود پیک جریان عناصر و قطعات بکار می‌رود. CF جریان ورودی مطابق زیر تعریف می‌شود:

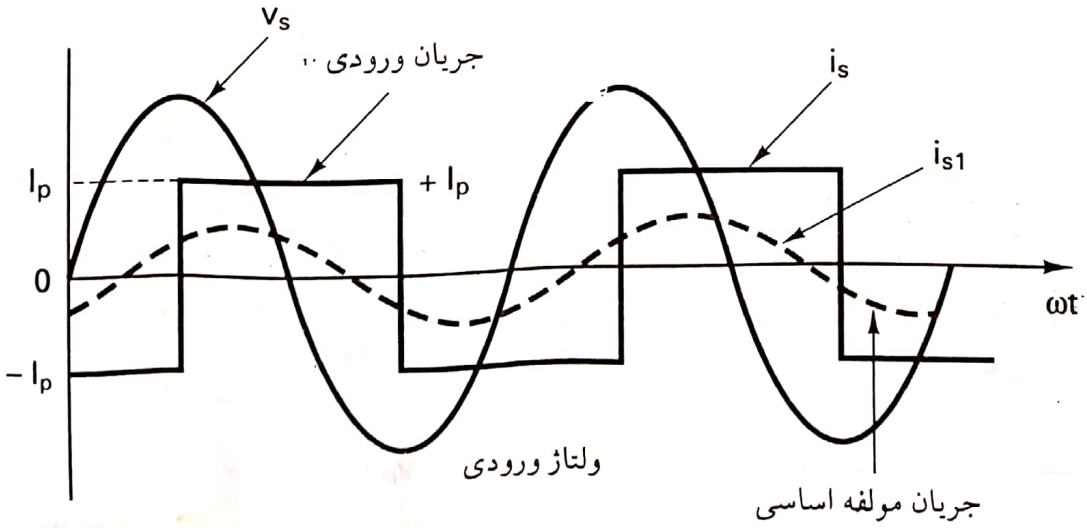
$$CF = \frac{I_{s(peak)}}{I_s} \qquad (۵۳-۳)$$

نکات مهم:

۱ـ ضریب هارمونی HF بیانگر اعوجاج یک شکل موج است و از آن با نام اعوجاج هارمونی کل (THD) نیز یاد می‌شود.

۲ـ اگر جریان ورودی i_s سینوسی خالص باشد، $I_{s1}=I_s$ و ضریب توان PF برابر ضریب تغییر مکان DF خواهد بود. زاویه تغییر مکان ϕ برای یک بار RL با زاویه امپدانس $\theta = \tan^{-1}(\omega L/R)$ برابر خواهد بود.

۳ـ ضریب تغییر مکان DF اغلب با نام ضریب تغییر مکان توان (DPF) ذکر می‌شود.



شکل ۳-۱۵ شکل موجهای ولتاژ و جریان ورودی.