

در عصر حاضر، لحظه‌ای نیست که صحبت از پیشرفت تکنولوژی در زمینه‌های مختلف علمی و صنعتی نباشد. صنعت آبکاری نیز با توجه به اهمیت آن در بخش‌های مهم صنعت از این امر مستثنی نیست. از سویی در این صنعت که یکی از موضوعات مهم مورد بررسی در رشته‌های مهندسی شیمی، برق و مکانیک بوده، پیشرفت فناوری تبلوری دو چندان داشته است. منابع تغذیه الکتریکی یکسوساز به عنوان یکی از اجزا مهم دخیل در فرآیند آبکاری جز مواردی بوده که در سالهای اخیر دستخوش به روزرسانی‌های متعدد بوده است. متأسفانه، علی‌رغم پیشرفت‌های مذکور، در حال حاضر برخی از این روزرسانی‌ها در صنعت آبکاری داخل کشور چندان مشهود نبوده است. در این مجموعه نوشتار سعی بر آن شده در کنار بررسی مزیت‌های نسل جدید یکسوسازها، تأثیر این دستگاه‌ها بر دغدغه‌های فعلی آبکاری مورد بررسی قرار گیرد.

اهمیت انتخاب منبع الکتریکی مناسب در فرآیندهای آبکاری

قسمت اول:

مقدمه‌ای بر انواع منابع تغذیه یکسوساز

تهیه و تنظیم:

محمد رضا فرزین نیا

شرکت سروش نوآوران کیان

ساختار نیم موج، فقط نیم موج مثبت به خروجی منتقل می‌شود در حالی که در نوع تمام موج، هر دو نیم موج مثبت و منفی یکسو شده و به خروجی انتقال داده می‌شوند. پر واضح است که در نوع تمام موج شکل موج به ولتاژ یکنواخت نزدیک تر است ولی با این حال بازه تغییرات آن به میزان دامنه ولتاژ شبکه است. لازم به ذکر است که در این نوع یکسوساز امکان کنترل ولتاژ وجود ندارد و برای این منظور از تغییر دور سیم پیچ ترانسفورمر به وسیله تپ چنجر استفاده می‌شود. تپ چنجرها به علت ماهیت مکانیکی، سرعت پاسخ دهی پایینی دارند و بازه تغییر آنها به صورت پله پله است و نه به صورت یکنواخت.

در صنعت به منظور کاهش ریپل یکسوسازها بیشتر از نوع سه فاز آنها استفاده می‌شود که ساختار آنها در شکل ۲ نشان داده شده است. وجود ترانسفورمر حجیم و سنگین موجب افزایش ابعاد یکسوسازهای دیودی شده است. معمولاً به علت تلفات در قسمت هسته و سیم پیچ برای خنک‌کنندگی ترانسفورمر آنها از

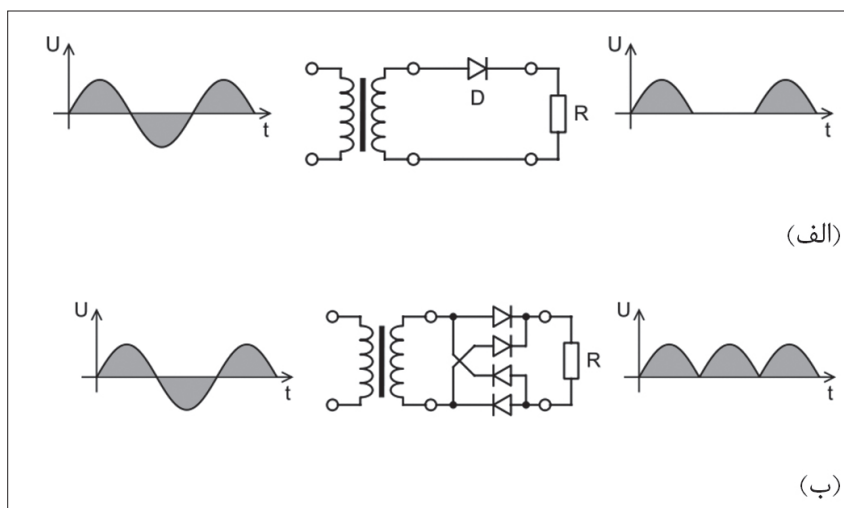
در زمینه مهندسی برق، یکسوسازها ادواتی هستند که به منظور تبدیل ولتاژ متناوب به ولتاژ مستقیم شده مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به این که در اکثر فرآیندهای آبکاری ولتاژ مستقیم مورد نیاز بوده و ولتاژ شبکه برق شهری از نوع متناوب است، از یکسوسازها برای تامین ولتاژ مورد نیاز آبکاری بهره گرفته می‌شود. در ادامه انواع متداول یکسوسازهای موجود در صنعت مورد بررسی قرار می‌گیرند که عبارتند از:

■ یکسوساز دیودی

■ یکسوساز تریستوری

■ یکسوساز سویچینگ

ساده ترین یکسوساز عملیاتی مورد استفاده در صنعت، یکسوساز دیودی است که به دو نوع نیم موج و تمام موج دسته بندی شده و در شکل ۱ نشان داده می‌شوند. دیود قطعه‌ای از جنس نیمه هادی است که جریان الکتریکی را فقط از یک جهت عبور می‌دهد. با توجه به شکل، در هر دو ساختار ولتاژ خروجی از نوع مستقیم است اما در



شکل ۱:
یکسوسازهای دیودی تکفاز
(الف): نیم موج
(ب): تمام موج

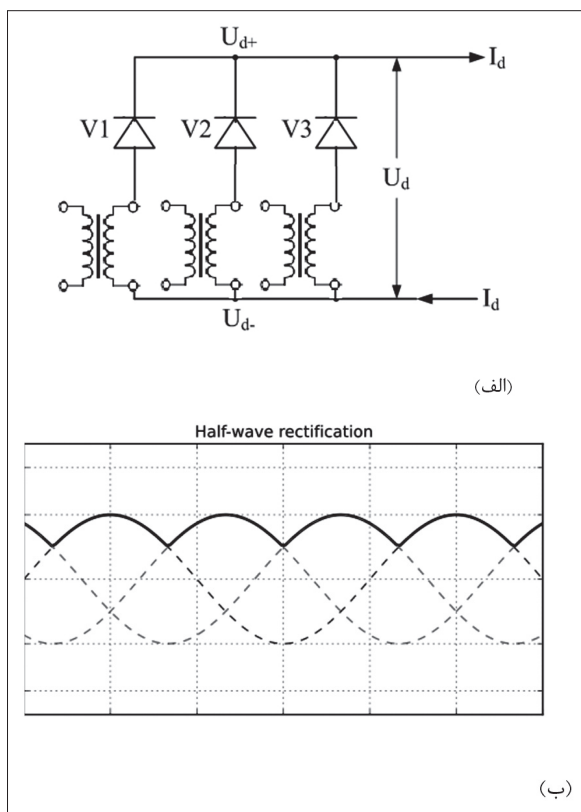
روغن استفاده می‌شود. با این حال این نوع یکسوسازها گزینه‌ای مناسب برای صنایعی هستند که نیاز به کنترل آنی ولتاژ ندارند و ریپل ولتاژ در عمل کردن آنها اخلاقی ایجاد نخواهد کرد. از جمله این موارد می‌توان به صنعت استحصال روی و آلومینیوم اشاره کرد. به منظور امکان کنترل ولتاژ خروجی، نوع دیگری از یکسوسازها مبتنی بر ترستور معرفی شدند. برخلاف یکسوسازهای دیودی، در نوع ترستوری امکان تنظیم ولتاژ خروجی بدون نیاز به واسط مکانیکی امکان پذیر است. پارامتر کنترل کننده ولتاژ در یکسوساز ترستوری اصطلاحاً زاویه آتش نامیده می‌شود. در شکل ۳ شکل موج ولتاژ خروجی یکسوساز در زوایای مختلف آتش نشان داده شده است. یکسوسازهای ترستوری به دلیل سادگی ساختار و کنترل ولتاژ خروجی مورد استقبال صنایع مختلف از جمله صنعت آبکاری قرار گرفته است.

هر چند که این نوع یکسوسازها به دلیل سادگی ساختار هزینه تعمیر پایینی دارند ولی لازم به ذکر است در زوایای آتش بالا ریپل ولتاژ فوق العاده افزایش می‌یابد که بعدها در رابطه با این مساله و تاثیر آن بر کیفیت آبکاری بیشتر توضیح داده خواهد شد. مشابه یکسوسازهای دیودی، نوع ترستوری نیز دارای ترانسفورمر حجیم است و مشکلات مربوط به آن برای نوع ترستوری نیز صادق است. نسل جدید یکسوسازها که در سالهای اخیر مورد استقبال صنایع قرار گرفته، از نوع سویچینگ است. شکل ۴ بلوک دیاگرام یکسوسازهای سویچینگ را نمایش می‌دهد. همانند سایر منابع تغذیه یکسوساز، منابع تغذیه سویچینگ برای تبدیل ولتاژ متناوب با دامنه مشخص به ولتاژ مستقیم و محدوده جریان مشخص مورد استفاده قرار می‌گیرند.

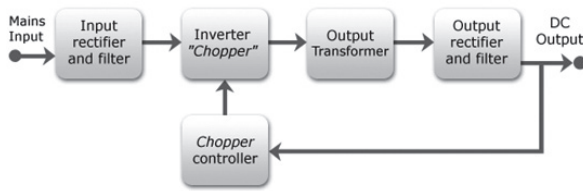
با توجه به شکل در ابتدا ولتاژ متناوب به وسیله یکسوساز اولیه به ولتاژ مستقیم تبدیل می‌شوند اما باید توجه داشت که مقدار این ولتاژ برابر دامنه ولتاژ برق شهری است (تقریباً ۳۰۰ ولت در نوع تکفاز). در این مبدل ولتاژ یکسو شده ابتدا از طریق اینورتر

شکل ۲:

یکسوسازهای دیودی سه فاز نیم موج
(الف): ساختار الکتریکی
(ب): شکل موج خروجی



شکل ۴: بلوک دیاگرام یکسوسازهای سویچینگ



به ولتاژ فرکانس بالا تبدیل شده و سپس از ترانسفورمر کاهنده عبور داده می شود.

به دلیل افزایش فرکانس (۲۰-۳۰ کیلوهرتز) حجم هسته ترانسفورمر به میزان قابل توجهی کاهش می یابد. در مرحله بعدی ولتاژ سمت ثانویه ترانسفورمر یکسو شده و به خروجی بار تحویل داده می شود. همچنین به منظور تثبیت ولتاژ در مقادیر مختلف جریان خروجی، بازخوردی از ولتاژ خروجی به قسمت اینورتر داده می شود. یکسوسازهای سویچینگ در مقایسه با دو نوع قبلی از لحاظ حجم و وزن به میزان قابل توجهی کاهش یافته است. همچنین راندمان نوع سویچینگ نسبت به نوع ترستوری و دیودی افزایش قابل ملاحظه‌ای (۲۰ الی ۲۵ درصد) داشته است که تاثیر آن در افزایش اقبال این یکسوسازها در صنایع مختلف کاملاً مشهود است.

نوع یکسوساز	مزایا	معایب
دیودی	ساختار ساده کنترل ساده قیمت مناسب	عدم امکان کنترل لحظه ای حجم و وزن بالا ریپل نسبتاً بالای ولتاژ
تریستوری	ساختار ساده امکان کنترل ولتاژ لحظه ای قیمت مناسب هزینه تعمیر کم	ریپل ولتاژ بالا مصرف توان راکتیو بالا راندمان پایین وزن و حجم بالا
سویچینگ	ریپل ولتاژ پایین مصرف پایین توان راکتیو راندمان بالا انعطاف بالا در کنترل ولتاژ حجم کم و وزن پایین	ساختار پیچیده قیمت نسبتاً بالا

نتیجه گیری

با توجه به مطالب بیان شده می توان مزایا و معایب هر کدام از یکسوسازها در قالب جدول بالا بیان کرد.



منابع:

[1] Lander, Cyril W. (1993). "2. Rectifying Circuits". Power electronics (3rd ed.). London: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-707714-3.

[2] Williams, B. W. (1992). "Chapter 11". Power electronics : devices, drivers and applications (2nd ed.). Basingstoke: Macmillan. ISBN 978-0-333-57351

شکل ۳: شکل موج خروجی یکسوسازهای تریستوری در زوایای آتش مختلف

