

تعریف تکنولوژی اینورتر

اینورتر (Inverter) یا مبدل برق دستگاه الکترونیکی است که جریان مستقیم (DC) را به جریان متناوب (AC) تبدیل می کند. جریان AC تبدیل شده می تواند بر اساس نیاز در هر ولتاژ و فرکانسی باشد که بوسیله ترانسفورماتورهای مناسب و مدارها کنترل می شود.

مزایای تکنولوژی اینورتر

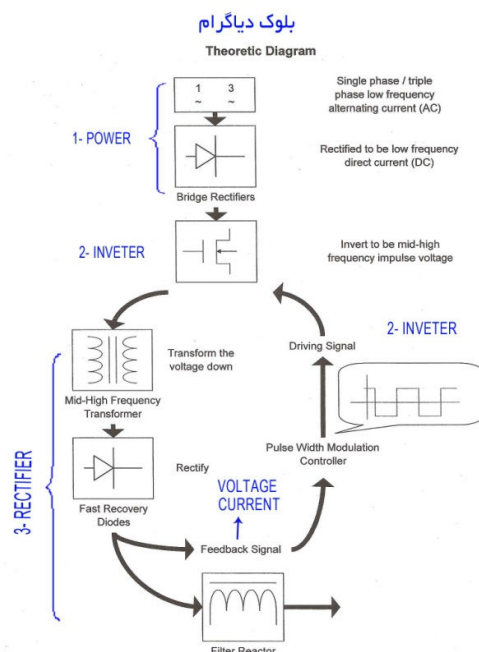
- (a) کاهش حجم و وزن ترانس به دلیل افزایش چشمگیر فرکانس.
- (b) کنترل عالی در فرآیندهای پالسی (بخاطر امکان تنظیم فرکانس نسبت به پارامترهای متغیر دیگری همچون جریان و ولتاژ)
- (c) حساسیت کمتر به نوسانات ولتاژ اولیه (ورودی)
- (d) ضریب کارکرد بالا و بهینه دستگاه
- (e) افزایش راندمان دستگاه و کاهش مصرف انرژی
- (f) دستیابی به سطح خروجی پایدار

نمونه هایی از کاربردهای تکنولوژی اینورتر

- (a) منابع تغذیه (سوئیچینگ) (Switching Mode Power Supply (SMPS) : شارژر موبایل، صوتی و تصویری، کولر گازی، میکروفر و ...
- (b) منابع برق اضطراری (Uninterruptible Power Supply (UPS) : جهت تامین برق AC زمانی که برق اصلی در دسترس نیست.
- (c) گرمکن القایی (Induction Heating) : در کوره های القایی برای ذوب فلزات با کیفیت بسیار بالا استفاده می شود.
- (d) انتقال انرژی به روش HVDC (High Voltage Direct Current) جریان DC ولتاژ بالا (انتقال مقدار زیادی انرژی در مسافت های زیاد و با تلفات کم): در این روش، ابتدا برق AC به برق DC با ولتاژ بالا تبدیل شده و به مکان دیگری منتقل می شود. سپس در محل دریافت، به کمک اینورتر آن را به برق AC تبدیل می کنند.
- (e) درایو فرکانس متغیر یا VFD : سیستمی است که برای کنترل کردن سرعت چرخش یک موتور AC با کنترل کردن فرکانس برق اعمال شده به موتور الکتریکی به کار می رود.
- (f) سیستمهای جوش و برش

تکنولوژی اینورتر در دستگاههای جوش و برش

(a) ساختار (بلوک دیاگرام)



۱- طبقه پاور

این طبقه عمومی ترین طبقه در تمامی دستگاه های الکترونیکی می باشد. در گذشته ای نه چندان دور از سیستم ترانس خطی، مدار پل دیودی و مدار فیلتر خازنی جهت یکسو سازی و تبدیل برق AC شهری به جریان DC مورد نیاز برای تغذیه سیستم استفاده می شود. امروزه با توسعه سیستم های چاپری و اینورتری، بیشتر از پاورهای سوئیچینگ استفاده می شود. شارژرهای موبایل، پاور کامپیوترها و منابع تغذیه سوئیچینگ دستگاه صوتی و تصویری و ... از نمونه های اینگونه منابع تغذیه می باشند.

در دستگاه های جوش و برش اینورتری به دلیل بالا بودن جریان خروجی و ورودی معمولا از دو پل دیود آمپر بالا در دستگاه های تک فاز و سه پل دیود در دستگاه های سه فاز جهت یکسوسازی ولتاژ AC ورودی استفاده می شود. این ولتاژ یکسو شده که دارای ریبیل ولتاژ بالایی می باشد توسط خازن هایی با توان ولتاژ بالا (معمولا ۴۰۰ تا ۴۵۰ وات) و ظرفیت خازنی بالا صاف و بدون ریبیل می شود. مهم ترین وظیفه طبقه پاور تامین ولتاژ DC است که به طبقه اینورتر و مدار قدرت طبقه اینورتر منتقل می شود. طبقه پاور عموما از یک مدار محافظتی شامل تعدادی NTC و یک PTC برخوردار می باشد که پس از راه اندازی اولیه مدار چاپر و فعال شدن رله، کاملا از مدار خارج می شوند. در همین طبقه مدار قطع کنی شامل یک ماسفت و یک اپتوکوپلر قرار گرفته است که در صورت جریان کشیدن دستگاه (اصطلاحا اتصال کوتاه) فرمان قطع رله را صادر می کند و مانع از عبور جریان می شود.

۲- طبقه اینورتر

این طبقه اصلی ترین جزء دستگاه های جوش و برش اینورتری می باشد که شامل سه دسته مدار می شود:

الف- مدار قدرت یا سوئیچینگ: در این قسمت ولتاژ DC ای که از طبقه پاور به این طبقه منتقل شده است، به یک ولتاژ ضربه دار با فرکانس بالا تبدیل می شود.

ب- مدار چاپر: این مدار در واقع با استفاده از مدار مقاومتی و سوئیچینگ ولتاژی، از ولتاژ DC طبقه پاور تعدادی ولتاژ برای راه اندازی قسمت های دیگر می سازد. ولتاژ راه اندازی رله، ولتاژ راه انداز طبقه اوسیلاتور از نمونه های این ولتاژها می باشد.

ج- مدار یا ماژول اوسیلاتور: در این طبقه با استفاده از یک آی سی تولید پالس، فرکانس سوئیچ زنی عناصر سوئیچینگ مدار قدرت اینورتر تولید می شود که با استفاده از دو جفت ترانزیستور BJT تقویت می شود و در آخرین مرحله توسط دو جفت ماسفت به حد مطلوب برای درایو عناصر سوئیچینگ (MOSFET, IGBT, ...) مدار قدرت اینورتر می رسد.

در طبقه اینورتر بصورت کلی مدارهای خاصی قرار دارد که هر کدام نقش بخصوصی در دستگاه به عهده دارند. ماژول ماسفت درایور فرکانس سوئیچ زنی ماسفت ها را بصورت دقیق و فاصله زمانی هماهنگی به گیت ماسفت ها ارسال می کند. هرگونه تداخل یا اشتباه در این کار باعث صدمه دیدن ماسفت ها می شود. یک ترانس ۳۰۰/۱ در واقع هرگونه جریان ناگهانی را به صورت یک پالس حس می کند و باعث قطع شدن عملکرد دستگاه می شود.

مدار شنت که از طبقه رکتیفایر نمونه گیری می کند در واقع یک هماهنگ سازی ویژه با جریان تنظیمی کاربر و فرکانس سوئیچ زنی ماسفت ها ایجاد می کند. هرگونه تشخیص ایراد توسط این مدار نیز باعث O.C زدن و قطع جریان خروجی دستگاه می شود.

ولوم های تنظیم جریان و ARC FORCE ، نمایشگر دیجیتال، مدارات رگولاسیون ولتاژی و بسیاری مدارات دیگر نیز در همین طبقه قرار می گیرد.

این طبقه همانطور که از نامش پیداست، وظیفه اصلی اش تبدیل ولتاژ فرکانسی طبقه اینورتر به یک سطح ولتاژ و جریان DC مناسب جهت جوشکاری می باشد.

ولتاژ فرکانسی طبقه اینورتر دارای ولتاژ نسبتا خوبی می باشد ولی جریان آن به حد کافی مطلوب جوشکاری نیست. از این رو ابتدا ولتاژ مذکور وارد ترانس های جریانی طبقه رکتیفایر می شود تا جریان آن به حد مطلوب برسد. نکته ای که در اینجا باید به آن دقت نمود، نوع ساختار ترانس های جریانی طبقه رکتیفایر می باشد که از نوع هسته فریت می باشد. آنچه که موجب کاهش وزن و حجم این نوع دستگاه ها می شود، ساختار این نوع ترانس ها می باشد. شاید به جرات بتوان گفت اگر ساختار این نوع ترانس به این شکل نبود به هیچ وجه این نوع دستگاه به مرز تولید هم نمی رسید.

همان طور رکه می دانیم، فرکانس ولتاژ خروجی طبقه اینورتر در زمان بی باری در حدود 100KHZ است که در جریان های بالا به حدود 1/5MHZ نیز می رسد. این فرکانس کاری باعث می شد تمامی ترانس هایی که با ساختار هسته آهن کار می کردند سریعا به اشباع رفته و خاصیت خود را از دست بدهند و داغ شوند. ترانس های خطی در فرکانس های پایین عملکرد نسبتا خوبی داشتند ولی در فرکانس های بالا به هیچی وجه قابل استفاده نبودند. در چنین شرایطی ترانس هایی با هسته فریت و عملکرد غیر خطی و فرکانس کاری بسیار زیاد پا به عرصه تولید گذاشته اند.

پس از عبور جریان از ترانسفورمرهای فریت، جریان به حد مطلوب برای جوشکاری می رسد. ولی این جریان پالسی بوده و دارای فرکانس های بالایی نیز می باشد و DC نمی باشد.

لذا جریان از یک طبقه یکسوساز شامل دیود هایی با فرکانس کاری بالا که اصطلاحا دیودهای سریع یا FAST یا شاتکی نامیده می شوند عبور می کند و DC می شود. این جریان در واقع همان جریان خروجی برای جوشکاری می باشد. از این جریان یک نمونه توسط مدار نمونه گیر ولتاژ شنت یا مدار CT (CURRENT TRANS) گرفته می شود که جهت تنظیم لحظه ای فرکانس با جریان به مدار اوسیلاتور طبقه اینورتر فرستاده می شود.

نکته قابل ملاحظه در طبقه رکتیفایر وجود سلف هایی در خروجی شاتکی هاست که به نرمی جوش، جلوگیری از افزایش ناگهانی جریان خروجی یا به اصطلاح جریان جوش یورشی کمک می کند.

لحظه اول که سیم جوش به قطعه کار برخورد می کند، جریان لحظه ای که از دیودها و طبقه رکتیفایر عبور می کند زیاد است و می تواند باعث صدمه دیدن آنها شود. لذا جهت برقراری ملایم تر و نرم تر جریان خروجی از یک یا چند سلف استفاده می شود.

همانطور که می دانیم سلف ها در برابر تغییرات ناگهانی جریان از خود مقاومت نشان می دهند و یک شیب ملایم تری به جریان لحظه ای خروجی می دهند. لذا از این سلف ها در خروجی برخی از دستگاه های جوش و بخصوص برش استفاده می شود.

(b) مزایای دستگاههای جوش اینورتری

- ۱) کاهش چشمگیر وزن و حجم دستگاه و قابلیت حمل آسان
- ۲) کاهش مصرف انرژی و جبران هزینه خرید به علت بالا بودن ضریب توان
- ۳) امکان کنترل بیشتر و دقیق تر جریان جوشکاری

- ۴) کیفیت جوش بهتر به علت خروجی ولتاژ DC :
- دستیابی به قوس پایدارتر در جوشکاری و سهولت در برقراری قوس
چسبندگی کمتر (سیستم ضد چسبندگی)
عدم پاشش
کاربرد آسان برای افراد غیر متخصص
جوش مستحکم، یکنواخت و نفوذ بیشتر
- ۵) قابلیت کار با کلیه الکترودها
- ۶) امکان جوشکاری با آمپراژهای کم
- ۷) امکان تغییر قطب (+ و -)
- ۸) امنیت بالای جانی بخاطر جریان خروجی DC
- ۹) حساسیت کمتر به نوسانات ولتاژ اولیه (به دلیل یکسو سازی و داشتن بانک خازنی)
- ۱۰) عکس العمل سریع به تغییر شرایط قوس و حفظ یکنواختی و ثبات در خروجی جوشکاری حتی در صورت لرزش دست جوشکار (بخاطر مدار بازخورد)

مزایای دستگاههای جوش و برش سولار:

۱- مزایای برد پاور

- a) داشتن مدار محافظت در مقابل هارمونیک ولتاژ در طبقه پاور که باعث توانایی کار دستگاه با انواع ژنراتورها می شود و همچنین از تاثیر دستگاه بر روی سایر لوازم برقی موجود در محل کار جلوگیری می کند. کارکرد این مدار برای محافظت در مقابل فرکانس های بالاتر از ۵۰ هرتز می باشد و بیشترین تاثیر کارکرد این مدار جلوگیری از تاثیر ناخواسته بر روی برق شهر است.
- b) داشتن خازن هایی با ظرفیت خازنی و توان ولتاژ بالا که باعث توانایی بیشتر دستگاه در برابر نوسانات برق می شود.
- c) داشتن رله های با کیفیت بالا و تحمل جریان بالا: باعث افزایش قدرت جوش و جریان خروجی می شود.
- d) داشتن پل دیودهای با تحمل جریان و ولتاژ بالا: باعث افزایش قدرت جوش و جریان خروجی می شود.
- e) داشتن سیستم محافظت (NTC, PTC) سریع و دقیق که در هنگام شروع به کار دستگاه در صورت اتصال کوتاه داخلی دستگاه در لحظه اولیه از آسیب کلی به آن جلوگیری می کند.
- f) داشتن سیستم محافظتی مجزای (VDR) که در هنگام کار دستگاه در برابر جریان بالا دستگاه را محافظت می نماید. این سیستم باعث می شود که در صورت خرابی قطعات، دستگاه دیگر روشن نشود و از گسترش آسیب جلوگیری می کند.
- g) مدار Optocoupler و ماسفت: در برابر ولتاژ بالا دستگاه را محافظت می نماید. این مدار در هنگام افزایش ناگهانی ولتاژ باعث می شود دستگاه خاموش شود و از آسیب رسیدن به دستگاه جلوگیری می کند.

۲- مزایای برد اینورتر

- a) استفاده از قطعات اورجینال (عناصر سویچ زنی Fairchild آمریکا و Toshiba ژاپن).
- b) استفاده از مقاومت های توان بالا در مدار اسنابر طبقه اینورتر (که این باعث عملکرد بهتر دستگاه در شرایط محیطی گرمتر می گردد).
- c) داشتن خازن های از نوع MKT که دارای کیفیت و طول عمر بالا می باشند (که باعث می شود خرابی دستگاه کمتر شود و عمر مفید دستگاه افزایش یابد).

- (d) داشتن مدار منبع تغذیه کمکی (Auxiliary Power Supply). استفاده از مدار منبع تغذیه کمکی با ساختار سوئیچینگ به جای ترانس خطی برای تامین ولتاژ مورد نیاز مدارهای اوسیلاتور و راه اندازی رله، که این باعث کارکرد بهتر دستگاه می گردد و باعث عدم تاثیرپذیری مدار چاپر از برق ورودی می گردد. در صورت نداشتن این سیستم صدمات ناشی از سوختن ترانس بر سایر قسمت های مدار بسیار بالا می باشد(که باعث می شود نوسان ولتاژ تغییری در کیفیت جوش نگذارد).
- (e) داشتن مدار نمونه گیر جریان (Current Trans): این مدار برای محافظت عناصر سوئیچینگ (IGBT, MOSFET, ...) و دیود شاتکی ها در برابر افزایش ناگهانی جریان می باشد (که باعث می شود هنگام سوختن یکی از قطعات دستگاه جوش را قطع کند و قطعات دیگر خراب نشود).
- (f) داشتن مدار نمونه گیر ولتاژ (سنت): این مدار برای محافظت از افزایش ناگهانی و هماهنگ سازی جریان تنظیم شده، با جریان خروجی بوسیله تنظیم فرکانس می باشد (که باعث می شود حتی در اثر لرزش دست و تغییر فاصله جوش و قطعه کار باز هم جوش یکنواخت باشد).

۳- مزایای برد رکتیفایر

- (a) به کار گیری سلف در خروجی دستگاه جهت تثبیت جریان و ایجاد جوش نرمتر و محافظت از طبقه رکتیفایر در برابر جریان های ناگهانی که باعث کیفیت بالاتر جوش می شود.
- (b) بکار گیری مدار اسنابر در طبقه رکتیفایر با استفاده از مقاومت های توان بالا جهت پایداری بیشتر در برابر شرایط محیطی گرمتر که باعث توانایی کار دستگاه در شرایط محیطی گرم می شود.
- (c) استفاده از شین (اتصالات لایه های مفتولی مسی) ضخیم تر برای عبور بهتر جریان. باعث افزایش قدرت و کیفیت جوش می شود و از افت کیفیت جوش در زمان های کاری بالا جلوگیری می کند.
- ۴- مزایای عمومی دستگاه اینورتری سولار
- (a) استفاده از سیستم ضد چسبندگی که در هنگام چسبیدن الکتروود به قطعه کار باعث قطع جریان جوش می گردد که این باعث سهولت در جدا کردن الکتروود از قطعه کار و جلوگیری از آسیب به دستگاه می گردد.
- (b) بکار گیری فن های AC با تغذیه برق شهر که موجب ایزوله کردن مدارات داخلی (چاپر) از تغذیه فن می شود (که این باعث می شود در صورت خرابی فن آسیبی به دستگاه نرسد).
- (c) درجه عایق بندی و حفاظت و ایمنی بالا: جلوگیری از قلع مردگی در بردها که موجب افزایش عمر دستگاه می گردد.