

شارژرهای باتری صنعتی خطی و سویچ مد

Industrial Linear and Switch Mode Battery Chargers

شرکت مهندسی تالیران (سهامی خاص)

TALIRAN Engineering PJS Co



www.taliran.com



فهرست مطالب

۱- آشنائی مقدماتی با شارژرها	۱
استاندارد ساخت و تست شارژرها	۲
۲- شارژر های خطی تالیران	۲
کلیات	۲
تنظیمات، برنامه ریزی و کنترل	۳
طراحی و ساخت بردها	۸
عناصر اصلی شارژر	۱۱
کلیدهای قطع و وصل برق ورودی AC	۱۱
ترانسفورماتور اصلی	۱۱
پل ترستوری و برد اسنابر	۱۱
فیلترهای LC	۱۲
دیود سری Blocking Diode	۱۲
دیود موازی Reverse Diode	۱۲
حسگرها	۱۳
دراپرها Droppers	۱۳
سیستم انتخاب و نظارت بر حالت های شارژ	۱۴
کلیدهای قطع و وصل خروجی	۱۴
۳- شارژرهای سوئیچ مد تالیران	۱۴
کلیات	۱۴
ویژگی اصلی مدار های منابع تغذیه سوئیچینگ	۱۵
مدار پایه یک مبدل سوئیچینگ ساده	۱۵
معرفی مدولاسیون پهنای پالس PWM	۱۶
عملکرد بخش های مختلف یک منبع سوئیچینگ پایه	۱۶
یکسوسازی ورودی	۱۷
اینورتر	۱۷
یکسوسازی خروجی	۱۷
فیدبک سیستم	۱۸
حالت های شارژ باتری	۱۸
سایر موارد درباره شارژر سوئیچ مد	۱۹
ولتاژ ورودی	۱۹
ولتاژ خروجی	۲۰
خنک کردن	۲۰
شرایط محیطی	۲۰
پروتکل های ارتباطی	۲۰
ویژگی های فیزیکی	۲۰
کنترل شارژر سوئیچ مد	۲۰
جزئیات کاربردی تر در باره شارژرهای سوئیچ مد تالیران	۲۱
جدول پارامترهای مازول های سوئیچینگ تالیران	۲۲
۴-طراحی و ساخت شارژرها	۲۳
۵- تفاوت های کاربردی شارژرهای خطی و سوئیچ مد	۲۵
جدول مقایسه	۲۶

۱- آشنائی مقدماتی با شارژرها

شارژرهای صنعتی جزء تفکیک ناپذیری از منابع تغذیه DC و منابع تغذیه بدون وقفه AC یا همان UPS می باشند؛ با این تفاوت که در دومی نیاز به مبدل جریان مستقیم به متناوب یا اینورتر وجود دارد اما اولی فاقد آن است. وظیفه شارژر تبدیل جریان AC به DC با ولتاژ و جریان معین، شارژ باتری های قابل شارژ منضم به سیستم منبع تغذیه، و کنترل، تنظیم، حفاظت، و کلید زنی سیستم می باشد. در بخش های آینده با جزئیات بیشتری از موضوع آشنا خواهیم شد.



از شارژرها در پستهای برق، نیروگاه ها، معادن، ذوب فلزات، آبکاریها، کارخانه های فولاد سازی، تأسیسات نفت و گاز و پتروشیمی، و کارخانه ها و تأسیساتی از این دست استفاده می شود.

در شارژرهای خطی برای تأمین و تنظیم ولتاژ خروجی شارژر، از تریستور (Silicon Controlled Rectifier - SCR) و ترانسفورماتورهای معمولی، و ریزپردازنده (Microprocessor) استفاده می شود و به دلیل کنترل پذیری تریستور، حالت های مختلف شارژ قابل برنامه ریزی می باشد.

یکی از محدودیت های شارژرهای خطی بالا بودن ریپل و سینوسی کامل نبودن ولتاژ و جریان خروجی آن می باشد. ریپل جریان و انحراف آن از موج سینوسی موجب گرم شدن بیشتر باتری به ویژه در حالت شارژ سریع بوده و در صورت بالا بودن می تواند در کارکرد دستگاه های مورد تغذیه نیز اختلال ایجاد نماید.

شارژرهای تریستوری در فرکانس های شبکه (۵۰/۶۰) هرتز کار می کنند و به دلیل کم بودن فرکانس، ترانسفورماتور های ایزولاسیون و کاهنده مورد استفاده در آنها بزرگ و سنگین هستند.

شارژر باتری سوئیچ مد با فرکانس های بالا از چند کیلو هرتز تا ۱۰۰ کیلو هرتز کار می کنند و با استفاده از تجهیزات سوئیچینگ قابل کنترل مانند MOSFET و IGBT، نسبت به شارژرهای خطی از قابلیت های بسیار بالایی برخوردارند.

برخلاف SCR ها که روشن کردن آنها دست کاربر بوده اما کنترلی بر خاموش شدن آنها وجود ندارد، روشن و خاموش شدن آنی MOSFET ها و IGBT ها کاملاً ممکن می باشد و این قابلیت، امکان تنظیم دقیق تر ولتاژ خروجی را فراهم می کند. یک شارژر باتری فرکانس بالا دارای قسمت های زیر است:

۱- یکسو کننده AC-DC برای تبدیل ولتاژ متناوب شبکه به ولتاژ مستقیم. خروجی این یکسو کننده ولتاژ تنظیم نشده می باشد.

۲- مبدل قدرت فرکانس بالا (HF) که ورودی DC را به ولتاژ متناوب با فرکانس بالا تبدیل می کند.

۳- ترانسفورماتور ایزوله با فرکانس بالا به منظور ایزولاسیون سیستم

۴- یکسو کننده خروجی

۵- فیلتر برای کاهش ریپل و تحویل موج به نسبت صاف

برای تنظیم ولتاژ و بالنتیجه جریان خروجی عموماً از مدولاسیون پهنای پالس (Pulse Width Modulation) PWM استفاده می شود. در این روش با تنظیم دوره عملکرد (duty cycle) وسیله سوئیچینگ و کنترل نسبت مدت وصل به مدت قطع آن، ولتاژ و جریان خروجی دلخواه بدست می آید.

مزیت اصلی شارژرهای باتری با فرکانس بالا نسبت به شارژرهای تریستوری (SCR) کاهش قابل توجه اندازه و وزن ترانسفورماتور ایزولاسیون و متعاقب آن بهبود کارایی ترانسفورماتور می باشد. اندازه ترانسفورماتور ایزوله با مقدار فرکانس نسبت معکوس دارد. به عبارتی هرچه فرکانس کار بیشتر باشد اندازه و وزن ترانس کمتر است. به عنوان مثال، یک ترانسفورماتور با فرکانس بالا که در ۶۰ کیلو هرتز کار می کند در حالت ایده آل ۱۰۰۰ بار کوچکتر از ترانسفورماتور ۶۰ هرتز است و در عین حال بسیار کارآمدتر هم هست.

علاوه بر مزایای فوق، شارژرهای سوئیچ مد عرضه شده توسط تالیران، به دلیل مدولار بودن، امکانات قابل توجهی برای جایگزینی سریع مدول های مستعمل با مدول های نو، و امکان تعمیر و نگهداری سریع و بدون وقفه در اختیار مصرف کننده قرار می دهد. در این تیپ از شارژرها افزایش جریان و قدرت خروجی خیلی ساده و صرفاً با موازی بستن مدولها انجام می پذیرد. در این خصوص در بخش های آتی بیشتر صحبت خواهد شد.

استاندارد ساخت و تست شارژرها

ساخت و تست شارژرها مطابق استاندارد IEC 60335-2-29 و NEMA PE 5 انجام می گردد. نمونه ای از اسناد کیفیت تالیران در این خصوص در زیر قابل مشاهده است.

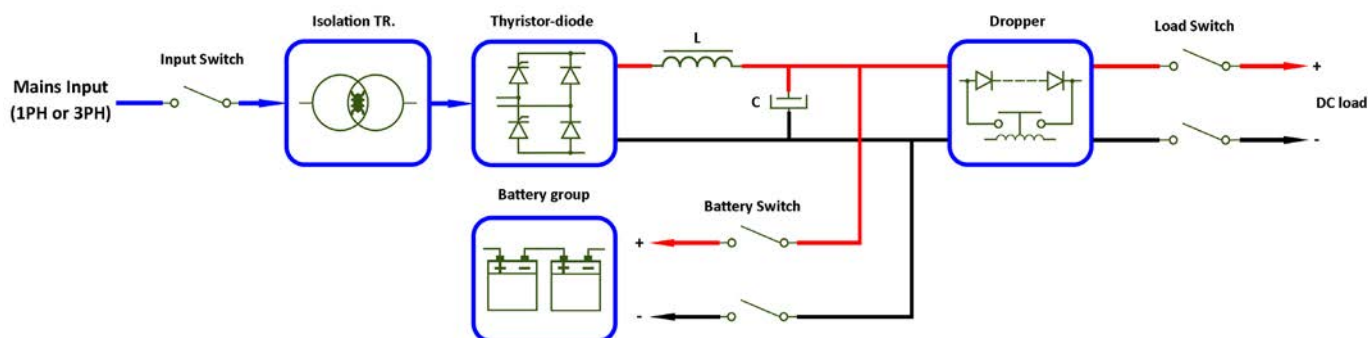


۲- شارژر های خطی تالیران

کلیات

شارژر های تریستوری شرکت مهندسی تالیران از قابلیت کنترل میکروپروسسوری به منظور دستیابی به جریان و ولتاژ ثابت برخوردارند و با استفاده از ترانسفورماتور ایزوله در ورودی، قسمت بار و ورودی از یکدیگر ایزوله شده و سبب حفاظت در مقابل خطاهای احتمالی می گردد. اینجا، قسمت یکسو کننده به همراه باتری به صورت یک مجموعه عمل کرده و در صورت بروز هرگونه اختلالی در برق شهر اعم از قطع کامل و کاهش یا افزایش ولتاژ بیش از حد مجاز، بار مصرفی از طریق باتری تغذیه شده و برق رسانی تداوم می یابد.





نمودار کلی یک شارژر خطی

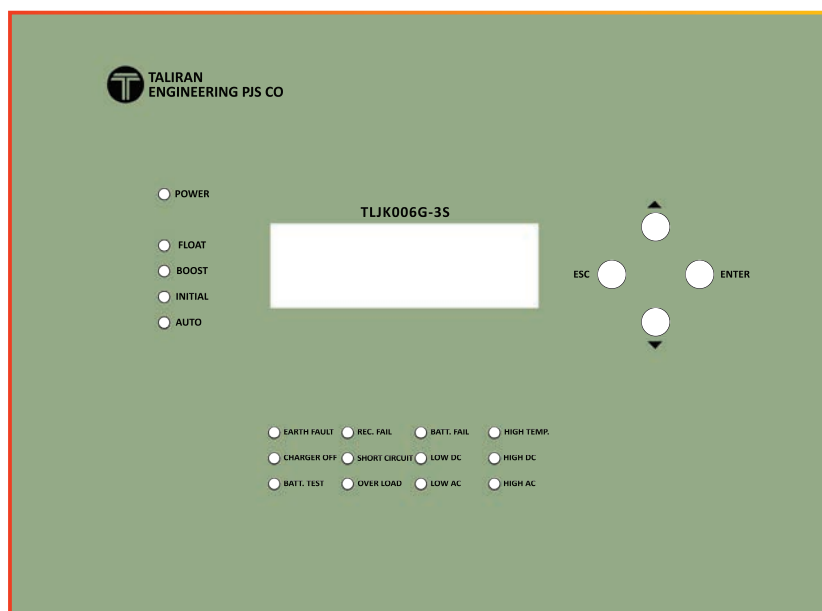
با اتکاء به قابلیت های شارژرهای ساخت تالیران، تمام پارامترها از جمله جریان های شارژ، ولتاژ، مدت BOOST و FLOAT و غیره در انطباق با منحنی شارژ جریان - ولتاژ (CV) سازنده باتری برنامه ریزی می گردد. همچنین در این شارژرها قابلیت تست باتری و تغییر پارامترها مطابق نیاز مصرف کننده وجود دارد. باتری های مورد استفاده در این منابع تغذیه، انواع سرب اسیدی خشک (Sealed Lead Acid) و در موارد استثنائی سرب اسید معمولی و نیکل کادمیوم (Nickel Cadmium) می باشد. در سالهای اخیر استفاده از باتری های یون لیتیم نیز در حال گسترش است. این باتری ها عموماً بی نیاز از سرویس و نگهداری (Maintenance Free) می باشند.



نمایی از بردها و تجهیزات داخلی یک شارژر خطی

تنظیمات، برنامه ریزی و کنترل

با استفاده از قابلیت های سیستم نمایشگر، امکان مدیریت پارامترهای ضروری مانند ظرفیت باتری، حد جریان دهی شارژر برای باتری، تغییر سطوح ولتاژ شارژر باتری - با در نظر گرفتن منحنی شارژ باتری ها - تست و دشارژ باتری، و از این قبل وجود دارد. نمونه ای از صفحه نمایش:



تمامی وضعیت های سیستم از جمله حالت های بوست ، فلوت، شارژ اولیه (initial) و اتوماتیک بر روی ماژول TLJK006 قابل رویت می باشند. در این ماژول تعداد دیگری ال ای دی (LED) نیز برای نمایش وضعیت و خطا تعبیه شده که طبق تقاضای کاربر از قابلیت تبدیل شدن به کنتاکت کمکی برخوردار است. سیستم توانائی ذخیره سازی تا ۲۰۰ آلامر مختلف را دارا می باشد. در زیر نمونه ای از صفحه ی نمایش شارژر ۱۱۰ ولت ارائه شده است. بدیهی است با تغییر مشخصات، مقادیر تنظیمی و نشان داده شده نیز تغییر خواهد یافت.

1-Capacity :	55Ah
2-Charge Limit :	5.5A
3-Float to Boost :	4.4A
4-Boost to Float :	0.5A

با روشن شدن دستگاه ، نمایشگر روشن شده و تصویری مشابه زیر نمایش داده می شود. سطر اول ساعت و تاریخ را نشان می دهد.

1-11:23:42	2021:01:23
2-State: Float	
3-Batt: 135.5V	0.0A
4-Load: 121.4V	0.0A

با فشردن کلید ENTER در صفحه کلید، وارد صفحه ی زیر شده و گزینه ی انتخابی با کلید های UP و DOWN قابل تغییر خواهد بود. برای انتخاب هر گزینه از کلید ENTER و برای خروج و ذخیره ی آن دوباره از ENTER و برای خروج از منوی مربوطه از ESC استفاده می شود.

1-System Info
2-Operate
3-Setting

آیتم های انتخابی عبارتند از:

۱-اطلاعات سیستم

۲- عملکرد

۳-تنظیمات

با انتخاب گزینه ی SYSTEM INFO وارد منوی زیر می شویم .

۱- اطلاعات ولتاژ AC ورودی

۲- تاریخچه هشدار

۳- ...

1-AC Info
2-Alarm Log
3-AC Input: 226.6V
4-BATT Fault
5-2021:01:25
6-177

برای مثال آخرین هشدار مشاهده شده در دستگاه در اینجا خطای باتری می باشد.

سایر هشدار ها عبارتند از :

خطای HIGH/LOW DC

خطای HIGH/LOW AC

خطای اتصال کوتاه SHORT CIRCUIT

خطای دما HIGH TEMP

خطای بار اضافی OVERLOAD

خطای اتصال زمین EARTH FAULT

خطای خرابی رکتیفایر RECT.FAIL

با انتخاب گزینه ی OPERATE مشابه صفحه ی روبرو مشاهده خواهد شد.

1-Charger :	On
2-Battery :	Float
3-Batt :	135.7V 0.0A

خاموش و روشن شدن شارژر و انتخاب حالت های FLOAT/BOOST/INITIAL/DISCHARGE در این بخش انجام می گیرد. برای مثال در شکل بالا، باتری به طور دستی در حالت شارژ FLOAT با ولتاژ از پیش تنظیم شده ی ۱۳۵ ولت قرار گرفته است. توجه: قبل از انتخاب حالت INITIAL ، باید از قطع بودن کلید بار و تنظیم درست مقدار بیشینه ولتاژ DC اطمینان حاصل شود .

با وارد شدن به منوی تنظیمات، مقادیر زیر قابل تنظیم خواهند بود .

1-Current Set
2-Battery Set
3-Rectifier Set
4-Alarm Set
5-Time Set
6-Others

۱-تنظیمات جریان

۲-تنظیمات باتری

۳-تنظیمات رکتیفایر

۴-تنظیمات هشدارها

۵-تنظیمات زمانی

۶-سایر

با انتخاب گزینه (۱) وارد تنظیمات مربوط به پارامتر های جریان خواهیم شد.

1-Current Set :	50A
-----------------	-----

برای مثال در اینجا جریان تنظیم شده شارژر ۵۰ آمپر می باشد.
در بخش تنظیمات، با انتخاب گزینه (۲) وارد صفحه ی زیر می شویم:

1-Capacity :	55Ah
2-Charge Limit :	5.5A
3-Float to Boost :	4.4A
4-Boost to Float :	0.5A
5-Boost Time :	3Hr
6-Dec Voltage :	90V

آخرین ردیف مبین Decharged Voltage است و بدان معنی است که به محض رسیدن ولتاژ باتری به ۹۰ ولت، شارژ باتری دوباره شروع می شود.

در منوی مربوط به گزینه (۳)، تنظیمات رکتیفایر و سطوح ولتاژ مورد نیاز برای شارژ باتری، مقداردهی می شوند و مقدار اضافه بار مجاز خروجی برحسب درصد به سیستم اعمال می شود.

1-125% I (Load) :	50 A
2-Float Charge :	135V
3-Boost Charge :	138V
4-Initial Charge :	140V

هم چنین با انتخاب صفحه ی تنظیم هشدارها (ALARM) تمامی پارامتر های زیر قابل تغییر خواهند بود.

- محدوده ی سطح ولتاژ AC

-میزان اضافه بار برحسب درصد

-سایر پارامتر های شارژ باتری مانند ظرفیت بانک باتری، محدوده ی جریان شارژ، مدت زمان شارژ BOOST، و ولتاژ دشارژ.

1-AC High :	245V
2-AC Low :	170V
3-125% Overload :	50A
4-DC High :	160v
5-DC Low :	95V
6-Connection :	20s

در منوی تنظیمات تقویم و تاریخ ، پارامتر های مورد نیاز تنظیم و ذخیره می شوند.

1-Y : 2021

H : 11

2-M : 1

Min : 27

3-D : 23

S : 9

با انتخاب گزینه ی سایر می توان حافظه ی هشدار ها را پاک کرد.

1-Clear Alarm

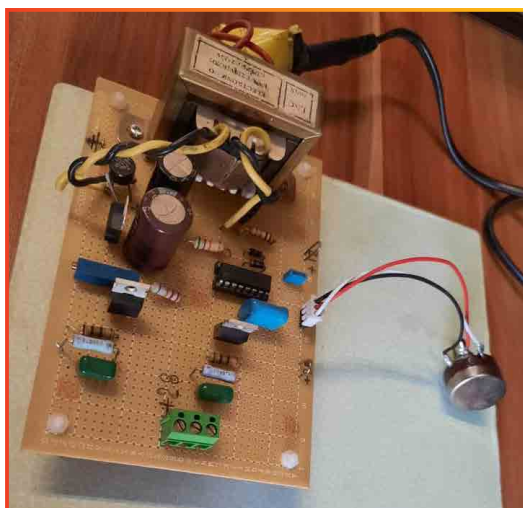


طراحی و ساخت بردها

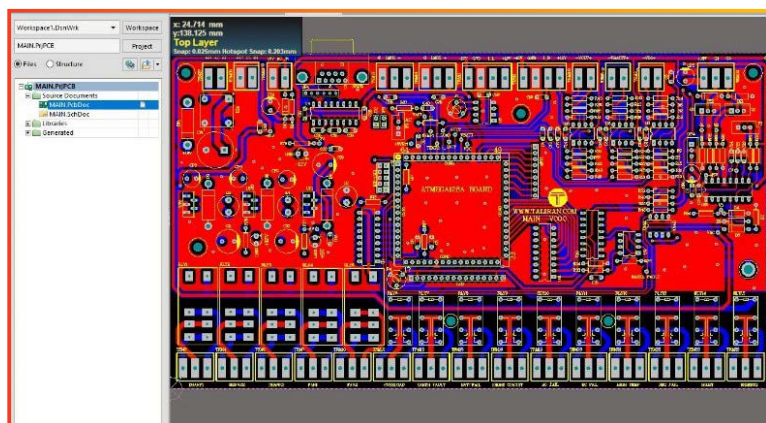
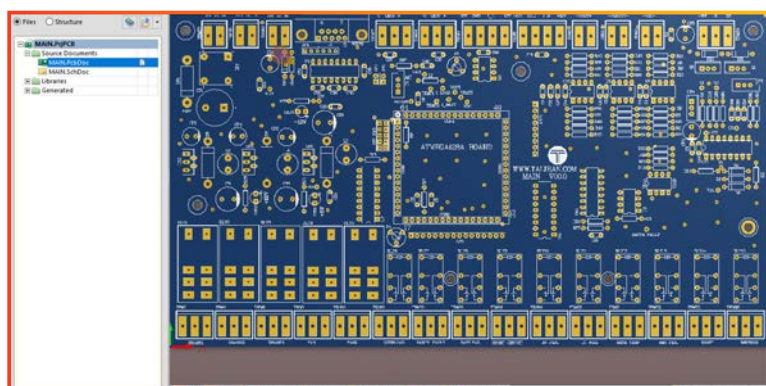
پس از تهیه مدارک اولیه تابلوی شارژر، طراحی برد ها آغاز می شود . شایان ذکر است برخی از بردها عمومی بوده و برخی دیگر مختص هر سفارش ساخته می شوند.

هر تابلو شامل برد های زیر می باشد :

- برد کنترلر (Main Board)



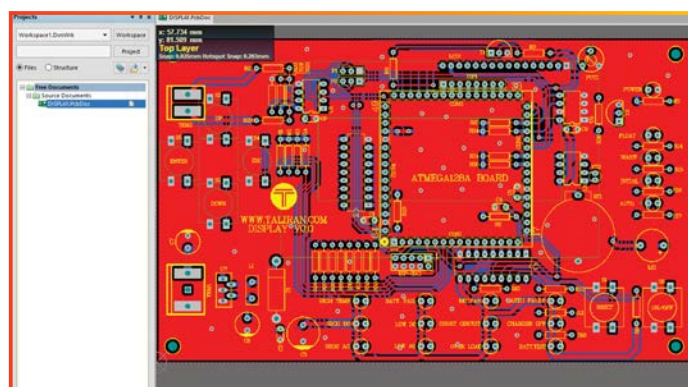
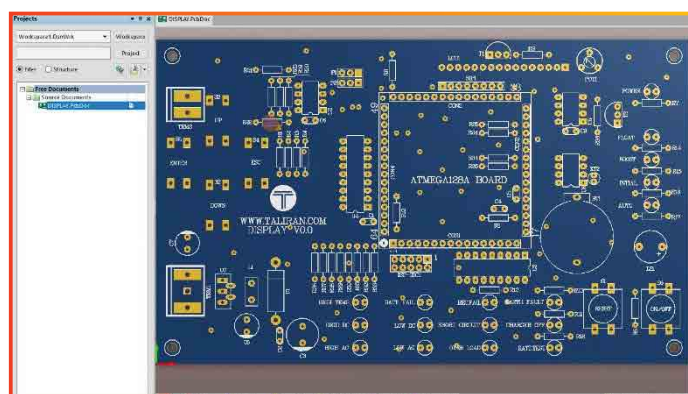
تمامی عملیات کنترلی و اندازه گیری توسط این برد و میکروکنترل مرکزی آن پردازش و برنامه ریزی می شود . در شکل زیر مدارات ترسیم شده در نرم افزار مربوطه نمایش داده می شود .



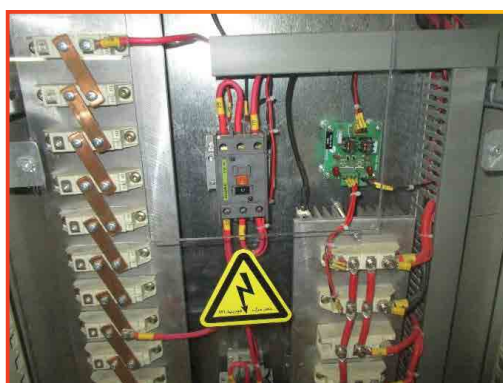
● برد نمایشگر (THJK006)



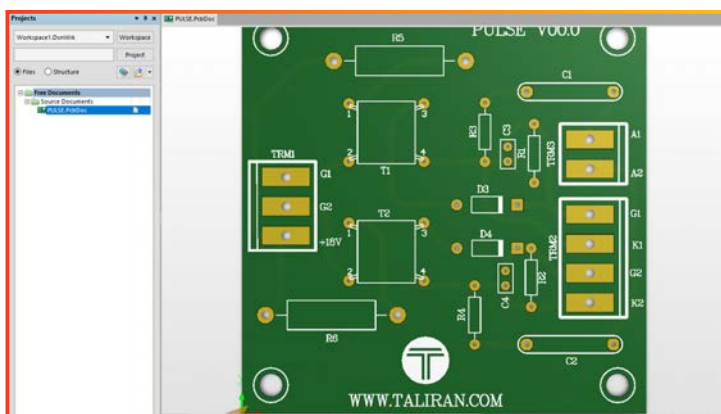
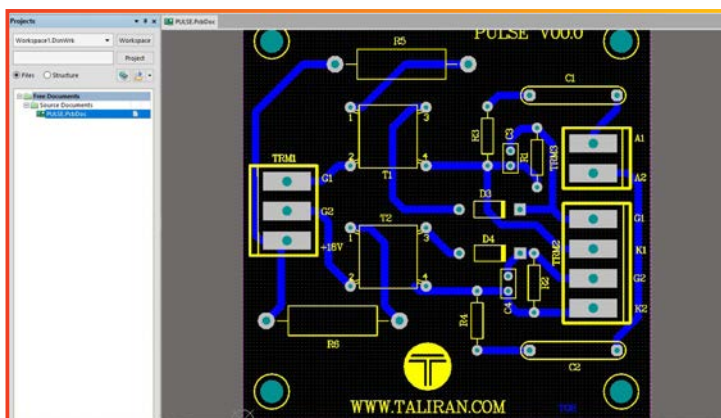
همان طور که پیشتر بیان شد برد نمایشگر برای اعلان خطا ها و آلارم های سیستم و تنظیم کمیت های مورد نظر طراحی شده است . هم چنین این برد با پروتکل ارتباطی ویژه ای به طور پیوسته با برد کنترلر در ارتباط بوده و تغییرات لحظه ای سیستم از این طریق قابل نمایش می باشد.



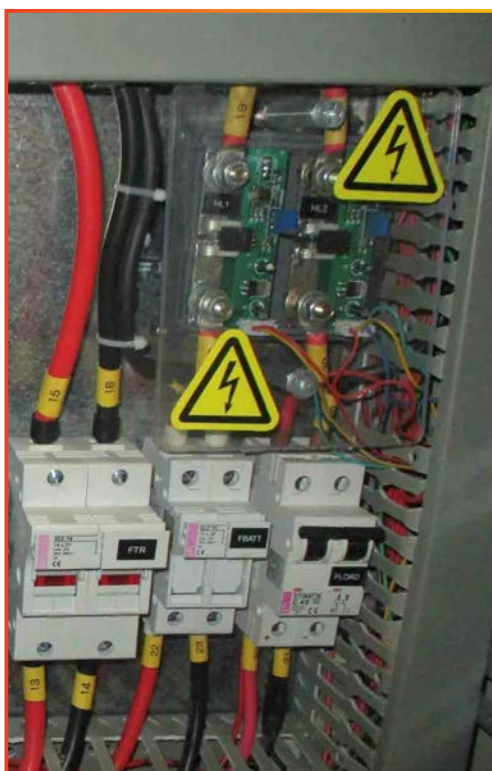
● برد تولید پالس برای روشن شدن ترستورها



این برد با تریگ کردن ترپستور ها، خروجی دی سی را تولید و کنترل می کند.
سایر برد های طراحی شده توسط واحد منابع تغذیه تالیران:



برد اندازه گیری جریان DC (HALL EFFECT)
برد های سنسور جریان ساخته شده در شرکت تالیران بر اساس اندازه گیری با روش هال میباشند که در دو نوع جدا و روی بردی طراحی شده اند .



عناصر اصلی شارژر

شارژر تریستوری از عناصر اصلی زیر تشکیل شده است:

- کلیدهای قطع و وصل برق ورودی AC
- سیستم نظارت برق ورودی AC و حفاظت‌های مربوطه
- ترانسفورماتور اصلی
- پل تریستوری و برد اسنابر
- فیلتر LC
- Blocking Diode
- Reverse Diode
- مبدل‌ها
- Droppers دراپر‌ها
- سیستم انتخاب و نظارت بر حالت‌های شارژ
- سیستم نظارت بر ولتاژ
- آلارم‌های قابل انتقال به راه دور
- کلیدهای قطع و وصل بار و باتری
- و سایر امکانات اضافی و اختیاری دیگر

کلیدهای قطع و وصل برق ورودی AC

کلیدهای قطع و وصل برق ورودی برحسب جریان یکسوکنده می‌تواند کلید اتوماتیک MCCB، کلید مینیاتوری MCB، سکسیونر فیوز یا فیوز کاردی باشد. هر کدام از تجهیزات فوق برای محدوده معینی از جریان مناسب هستند.

ترانسفورماتور اصلی

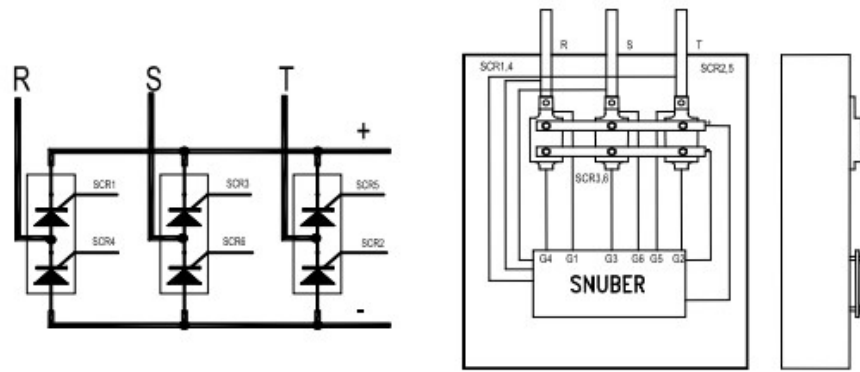
وظیفه ترانس، تبدیل ولتاژ سه فاز یا تکفاز ورودی به ولتاژ AC متناسب با ولتاژ DC خروجی است. این ترانس بدلیل وزن زیاد در پایینترین نقطه دستگاه قرار می‌گیرد. در تولید آنها از سیم‌های با ایزولاسیون بیش از 5KV و مقاومت حرارتی بیش از ۲۰۰ درجه سانتیگراد استفاده شده و پس از پیچش و لاک زنی در کوره قرار داده می‌شوند. بر روی هر ترانس پلاک مشخصات (Name Plate) شامل نام ترانس، نمودار ترانس، مقدار ولتاژ ورودی و ولتاژ خروجی درج می‌گردد.

پل تریستوری و برد اسنابر

ولتاژ AC توسط پل تریستوری متشکل از ۶ یا ۱۲ تریستور، متناسب با جریان و ولتاژ یکسوکنده، یکسو می‌شود. خروجی‌های برد اسنابر دو به دو به سرهای تریستور‌ها وصل می‌شوند و هنگام قطع و وصل تریستورها مانند یک ضربه گیر عمل کرده، تلفات و گرمایش آنها را کاهش می‌دهند.

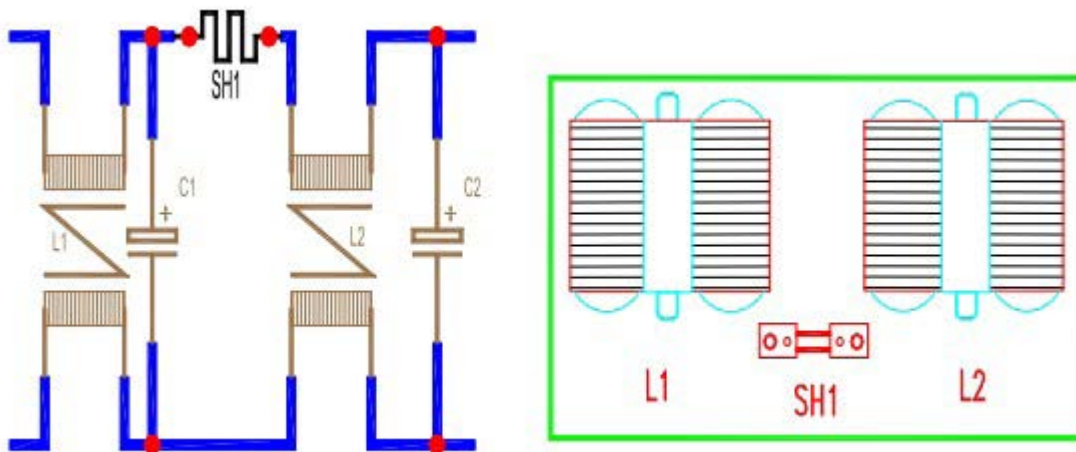
نوع و اندازه تریستورها برحسب جریان شارژر تعیین می‌شود. تریستورها همواره بر روی هیت سینک‌های مناسب جهت خنک شدن نصب می‌شوند. خنک کردن تریستورها بطور معمول با جریان طبیعی هوا انجام می‌گردد ولی ممکن است برحسب ضرورت و یا سفارش مشتری با فن انجام شود. برد اسنابر مربوط به تریستورها معمولاً بر روی هیت سینک تریستورها نصب می‌شود. با توجه به تنوع تریستورها و تنوع نوع هیت سینک‌های بکار رفته که به قدرت شارژ بستگی دارد، بردهای اسنابر نیز دارای تنوع زیادی از نظر شکل ظاهری و عناصر تشکیل دهنده آن هستند.

شکل زیر نمونه ای از پل تریستوری و برد اسنابر را نشان میدهد .



فیلترهای LC

پس از یکسو شدن ولتاژ AC توسط تریستورها ، ولتاژ خروجی پل یکسو کننده وارد فیلترهای LC می شود که معمولاً بصورت Π بسته شده اند . در واقع دو سلف بر روی خط مثبت و دو سلف بر روی خط منفی قرار میگیرند و دو دسته خازن بین آنها قرار دارند. ریپل دستگاه با استفاده از این نوع فیلتر به کمتر از ۱٪ میرسد . سلفها دو به دو بر روی یک هسته پیچیده می شوند. این دو سلف در نقشه ها بنام L1 و L2 مشخص شده اند.



دیود سری Blocking Diode

دیود سری دیودی است که پس از فیلتر قرار میگیرد و مانع از آن می شود که در زمان خاموش بودن شارژر، خازنهای فیلتر توسط باتری پر شوند. این دیود در دستگاههای موازی سبب جدا کردن دستگاهها از یکدیگر می گردد، چون جریان شارژر از این دیود عبور می کند در نتیجه لازم است برای خنک شدن بر روی هیت سینک مناسب بسته شود. محل این دیود که ممکن است بر حسب قدرت شارژر از مجموعه ای از دیودها تشکیل شده باشد معمولاً در قسمت بالای دستگاه قرار دارد.

دیود موازی Reverse Diode

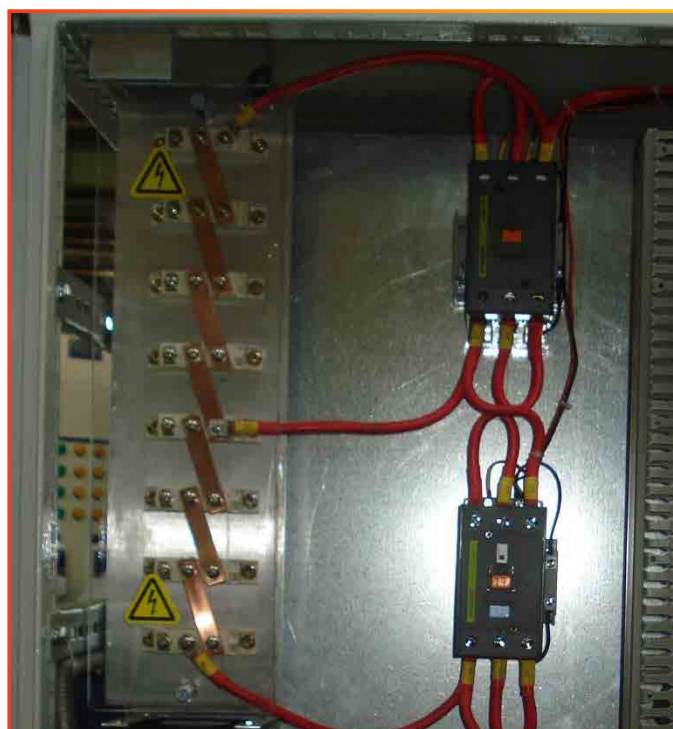
این دیود بین قطبهای مثبت و منفی یکسوکننده بصورت معکوس قرار میگیرد، و برای حفاظت یکسوکننده و باتری در مقابل اتصال معکوس پلاریته باتری به یکسوکننده، در نظر گرفته شده است. در صورتیکه قطبهای باتری معکوس وصل شود این دیود مدار خروجی باتری را اتصال کوتاه میکند و جریان اتصال کوتاه باعث سوختن فیوزهای خروجی با قطع کلید باتری و در نتیجه جدا شدن باتری از دستگاه می گردد و مانع آسیب رسیدن به دستگاه و باتری می شود.

حسگرها

بطور معمول برای اندازه گیری جریان خروجی یکسوکننده و جریان بار متصل به شارژر، از سنسورهای اثر هال استفاده می شود. خروجی های این سنسورها از طریق کلید چند حالت به آمپر متر وصل می شوند. با تغییر حالت کلید یکی از دو جریان قابل رؤیت خواهد بود. در صورت درخواست مشتری برای نمایش جریان باتری به عنوان یک قابلیت اختیاری (option)، سنسور دیگری بر روی مسیر باتری قرار داده شده و از طریق آمپر متر ویژه که نقطه صفر آن در وسط صفحه نمایش تعبیه شده، جریان شارژ و دشارژ باتری در دو طرف نقطه صفر سنجیده می شود. قابلیت اختیاری دیگر، انتقال نمونه های جریان یا ولتاژ به راه دور از طریق نصب ترانس دیوسر می باشد.

دراپرها

دراپر به مجموعه های از دیودها اطلاق می شود که در مسیر جریان بار قرار داده می شوند تا مقداری از ولتاژ خروجی شارژر را در شرائط خاص کاهش دهند. ولتاژ شارژر در حالت های مختلف شارژ (اولیه - نگهداری - مجدد) متفاوت است. در حالت شارژ اولیه چون ولتاژ شارژ بسیار بالا است بار باید از مدار شارژر قطع شود زیرا معمولاً محدوده تحمل ولتاژ در تجهیزاتی که بار را تشکیل می دهند کمتر از ولتاژ شارژر در حالت شارژ اولیه است. در حالت شارژ مجدد نیز ممکن است ولتاژ دستگاه های مصرف کننده کمتر از ولتاژ شارژ مجدد باشد و نتوانند ولتاژ شارژ مجدد را تحمل کنند. در این صورت با استفاده از تعداد مناسبی دیود ولتاژ خروجی شارژر کاهش داده می شود. این دیودها بصورت سری بهم وصل می شوند تا مقدار ولتاژ را تا میزان مورد نظر کاهش دهند. دراپرها فقط در حالت شارژ مجدد وارد مدار می شوند. در حالت شارژ نگهداری، معمولاً ولتاژ کار شارژر در حد ولتاژ کار مصرف کننده است و احتیاجی به افت ولتاژ نیست و لذا این دیودها با استفاده از یک کنتاکتور از مدار خارج می شوند. چون جریان بار بطور مستقیم از این دراپرها عبور می کند قدرت دیودهای دراپر باید در حد قدرت دستگاه باشد. افت ولتاژ در این دیودها موجب گرم شدن آنها شده و باید برای خنک شدن، بر روی هیت سینک های مناسب نصب گردند. در برخی موارد در حالت شارژ نگهداری نیز باید ولتاژ شارژر را کاهش داد در این صورت یک دسته دیود دیگر باید وارد مدار شوند. در این حالت دو دسته دیود متناسب با ولتاژ خروجی شارژر در مسیر بار قرار می گیرند و متناسباً وارد مدار می شوند. به عبارتی در اینجا از دراپر دابل یا دو پله استفاده می شود.



سیستم انتخاب و نظارت بر حالت های شارژ

انتخاب حالت کار و نوع شارژ با استفاده از LCD و کلیدهای کنار LCD روی پانل جلو دستگاه صورت می‌پذیرد. برای انجام این کار از طریق LCD وارد منوهای مربوطه شده و حالت کار شارژر مورد نظر را انتخاب می‌کنیم. برای شارژ باتری دو حالت (Charging Mode) پیش بینی شده است: شارژ دستی MANUAL و شارژ اتوماتیک AUTO

در حالت شارژ دستی انتخاب هر یک از حالات اولیه INITIAL، نگهداری FLOAT، مجدد BOOST در اختیار بهره بردار است. در حالت شارژ اتوماتیک، سیستم کنترل، وضعیت باتری را بررسی نموده و بر حسب اینکه حالت اتوماتیک شارژر بر اساس کدام پارامتر زمانی، جریانی یا ولتاژی تنظیم شده باشد شارژ نگهداری یا مجدد در لحظه مناسب برقرار می‌شود. شایان ذکر است که شارژ اولیه منحصراً بطور دستی قابل اجراست. نظر به این که شارژ اولیه بصورت دستی انجام می‌شود و ممکن است فراموش شود که قبل از شروع شارژ اولیه کلید بار قطع گردد، معمولاً برای حفاظت بار در مقابل اعمال ولتاژ شارژ اولیه، روش‌هایی اتخاذ می‌شود که در صورت وصل بودن بار به شارژر، نتوان دستگاه را به حالت شارژ اولیه برد.

کلیدهای قطع و وصل خروجی

ارتباط یکسوکونده با بار و باتری از طریق کلید و فیوزهایی صورت می‌گیرد که در خروجی شارژر پیش‌بینی شده است. کلیدهای قطع و وصل برق بار برحسب جریان یکسوکونده می‌تواند کلید اتوماتیک MCCB، کلید مینیاتوری MCB، سکسیونر فیوز یا فیوز کاردی باشد. هر کدام از تجهیزات فوق برای محدوده معینی از جریان مناسب هستند. خروجی این کلیدها به ترمینالهای خروجی دستگاه وصل و برای اتصال به بار و باتری در اختیار بهره بردار قرار داده می‌شود. بطور معمول ترمینال اتصال باتری و ترمینال اتصال بار از طریق دراپرها در کلیه دستگاه‌ها پیش‌بینی شده است ولی برحسب سفارش ممکن است یک ترمینال خروجی دیگر برای بار بدون دراپر در نظر گرفته شود. با توجه به اهمیتی که قطع غیر مجاز بار و باتری دارد، در صورت درخواست بهره بردار می‌توان کلیدهای خروجی را از نوعی انتخاب نمود که دارای کنتاکت کمکی بوده و بتواند در صورت قطع کلید، آلارم را روی پانل جلوی دستگاه فعال کند.

۳- شارژرهای سوئیچ مد تالیران

کلیات

شارژر سوئیچ مد یک منبع تغذیه الکترونیکی می‌باشد که با بکارگیری تکنیک رگولاسیون سوئیچینگ عمل تبدیل قدرت را با بازدهی بالا انجام می‌دهد. این نوع شارژرها قادرند قدرت AC یا DC ورودی را به قدرت DC تبدیل کرده و به بار و باتری برسانند. با توجه به پیشرفت روز افزون علم و فناوری، امروزه شارژرهای خطی ترისტوری در حال جایگزین شدن با شارژرهای سوئیچینگ می‌باشند. دلایلی از جمله بازدهی بالا، تلفات گرمایی ناچیز و کاهش اندازه و وزن سبب سوق داده شدن صنعتگران بدین مسیر شده است. البته ساختار ساده تر، قابلیت اطمینان بالاتر، و نویز الکترونیکی کمتر باعث شده شارژرهای خطی هنوز مورد استفاده باشند.

در یک شارژر خطی قدرت AC ورودی با انتخاب ترانسی مناسب به مقدار دلخواه می‌رسد و از طریق عناصر یکسوساز به قدرت DC تبدیل شده و با بکارگیری فیلتر در خروجی مقدار رپل کم می‌گردد و ولتاژ خروجی مطلوب حاصل می‌شود. اما در شارژرهای سوئیچینگ از روش‌های سوئیچینگ و افزایش فرکانس استفاده می‌شود. به بیان ساده در مدار این شارژرها با استفاده از نیمه هادی‌های مانند ترانزیستور و روشن و خاموش شدن آن با فرکانس بالا عمل سوئیچینگ انجام می‌گیرد.

ترانزیستور گذر جریان در مدار سوئیچینگ در دو حالت کار می‌کند:

۱- حالت اشباع (حالت کاملاً روشن). در این حالت رفتار ترانزیستور مانند یک سوئیچ روشن با مقاومت (تلفات) و افت ولتاژ ناچیز می‌باشد. در ترانزیستور ایده آل این مقاومت صفر در نظر گرفته می‌شود.

۲- حالت خاموش: در حالت خاموش جریان از ترانزیستور نمی‌گذرد. پس تلفات هم نداریم. بنابراین مجموعاً در حالت ایده آل بازدهی این نوع شارژرها می‌تواند ۱۰۰ درصد باشد. بدین معنی که کل قدرت ورودی بدون هیچ هدررفت تلفات اهمی به بار منتقل می‌شود. در عمل بازدهی این مبدل‌ها با یک طراحی مطلوب بالای ۸۵ درصد می‌باشد. حال آنکه در مدار رگولاتورهای خطی، ولتاژ مطلوب خروجی با تلف کردن قدرت به دست می‌آید.

تنظیم ولتاژ خروجی به وسیله تنظیم نسبت زمان روشن به زمان خاموش بودن ترانزیستور قابل انجام است. به این نسبت **Duty Cycle** یا دوره کاری می گویند.

یک مبدل سوئیچینگ پایه از یک بخش سوئیچینگ قدرت و یک مدار کنترل تشکیل شده است. بخش سوئیچینگ قدرت، تبدیل قدرت را از ولتاژ ورودی **Vin** به ولتاژ خروجی **Vout** انجام می دهد. برای خروجی با رپیل کم تر فیلتر خروجی نیز بکار گرفته شده است. شارژرهای سوئیچ مد به لحاظ اندازه در مقایسه با شارژرهای خطی بسیار کوچکتر و سبکتر هستند. این مزیت عمدتاً ناشی از کوچک بودن ترانس بکار گرفته شده در آنهاست. دلیل کوچکی ترانس نیز کار کردن این شارژرها در فرکانس سوئیچینگ بالا و در بازه چند ده کیلوهرتز تا چندین مگاهرتز می باشد. این فرکانس در مقایسه با شارژرهای خطی که با فرکانس ۵۰ تا ۱۰۰ هرتز کار می کنند بسیار بیشتر است. در واقع هرچه قدر فرکانس شکل موج **AC** بالاتر باشد برای تغییر سطح ولتاژ به ترانس کوچکتر با تعداد دور سیم پیچ کمتر نیاز داریم. برای مثال شارژرگوشی های موبایل نیز نوعی شارژر سوئیچینگ است که ترانس کوچکی دارند.

علیرغم مزیت کاهش اندازه شارژر که ذکر گردید، به دلیل ملاحظات سازگاری الکترومغناطیسی شارژرهای سوئیچینگ، طراحان مجبورند در این نوع شارژرها از قطعات و ادوات بزرگ الکترونیکی استفاده کرده و مدارهایشان را برای رسیدن به سازگاری مطلوب الکترومغناطیسی پیچیده تر کنند.

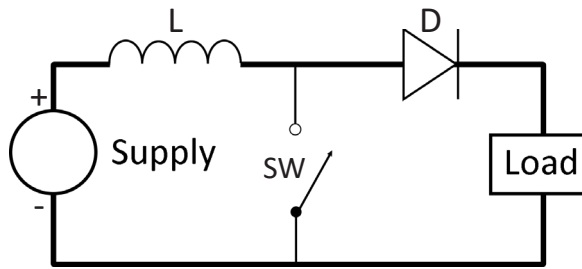


ویژگی اصلی مدار های منابع تغذیه سوئیچینگ یا سوئیچ مد

در یک منبع سوئیچینگ، عناصر سوئیچینگ ایده آل مانند ترانزیستورها، هنگام روشن بودن هیچ مقاومتی ندارند و در هنگام خاموش بودن جریان عبور نمی دهند و بنابراین مبدل های دارای اجزای ایده آل با کارایی ۱۰۰٪ می باشند. به عبارت دیگر تمام قدرت ورودی به بار تحویل داده شده و هیچ قدرتی به عنوان گرمای اتلاف شده تلف نمی شود. البته در عمل چنین عناصر ایده آلی وجود ندارد. بنابراین بازده منبع تغذیه سوئیچینگ هم نمی تواند ۱۰۰٪ باشد، اما هنوز هم بازدهی آن خیلی بالاتر از شارژر خطی می باشد.

مدار پایه یک مبدل سوئیچینگ ساده

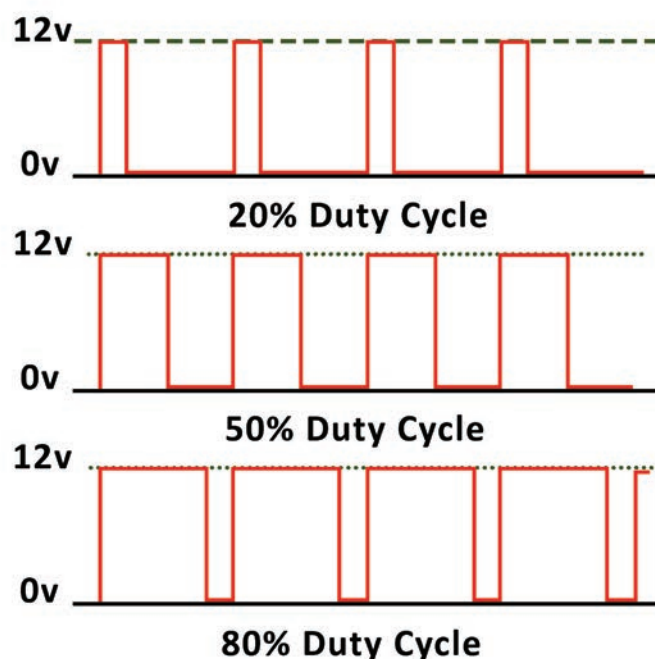
در مدار شکل زیر یک منبع تغذیه **DC** با یک سلف و یک کلید سری شده و مجموعه، از طریق دیود به بار وصل شده است. در حالتی که کلید باز است، ولتاژ منبع بر دیود اعمال شده و دیود هدایت خواهد کرد. چنانچه کلید وصل شود پتانسیل دو سر آن صفر شده، دیود از هدایت باز می ایستد. وجود سلف برای مخالفت با افزایش سریع جریان در اثر اتصال کوتاه شدن دو سر منبع و القاء ولتاژی مخالف منبع می باشد که این خود به قطع سریعتر دیود کمک می کند. در این مدار ساده خروجی دیود یک موج متناوب بوده که فرکانس آن متناسب با سرعت باز و بسته شدن کلید خواهد بود. این مدار، صرفنظر از ساده سازی بیش از حد موضوع، بیانگر مفهوم یک مبدل سوئیچینگ می باشد. بدیهی است از طریق تغییر زمان وصل و قطع کلید، مقدار مؤثر ولتاژ خروجی تغییر یافته و امکان تنظیم ولتاژ **AC** و نهایتاً رسیدن به ولتاژ **DC** مورد نظر از طریق یکسوکننده و مدار فیلتر ممکن می گردد.



معرفی مدولاسیون پهنای پالس PWM

مدولاسیون پهنای پالس یا مدولاسیون عرض پالس، روشی برای تنظیم قدرت تحویلی به خروجی از طریق تغییر زمان قطع و وصل منبع قدرت در هر سیکل است.

بخش اصلی این تکنیک، یک سیگنال کنترلی به شکل موج مربعی است، به طوری که دوره کاری (Duty cycle) پالس‌ها، در هر دوره تناوب موج، قابل تنظیم است. دوره کاری، نسبت مدت High بودن موج مربعی به دوره تناوب آن است، و بر حسب درصد بیان می‌شود. در واقع این سیگنال، قطع و وصل منبع قدرت به خروجی را مثلاً با کنترل باز و بسته شدن یک سوئیچ نیمه هادی مانند ترانزیستور تعیین می‌کند. به عنوان مثال اگر دوره کاری سیگنال مربعی، ۳۰٪ باشد، در سی درصد از هر دوره تناوب، خروجی به منبع قدرت وصل است و در ادامه دوره تناوب قطع می‌شود. در این حالت، مقدار متوسط قدرت داده شده به بار، برابر با سی درصد قدرت کل منبع تغذیه خواهد بود. به طور کلی، اگر دوره کاری را با نماد D و به صورت فرمول نشان دهیم مقدار آن از رابطه $D = V_{out} / V_{in}$ به دست می‌آید. بنابراین، نظر به این که قدرت خروجی وابستگی مستقیم به مقدار Duty Cycle دارد، مبنای سیستم کنترل ولتاژ و جریان خروجی، تطبیق خروجی واقعی با خروجی مطلوب با استفاده از همین تکنیک و از طریق بازی با D می‌باشد.



عملکرد بخش های مختلف یک منبع سوئیچینگ پایه

شارژرهای سوئیچینگ دسته ای از منابع تغذیه سوئیچینگ هستند که علاوه بر تغذیه مستقیم بار می‌توانند با فرآیندی خاص، باتری را نیز شارژ کنند. در ادامه به تشریح طبقات مختلف یک منبع تغذیه سوئیچینگ می‌پردازیم.

یکسوسازی ورودی

اگر منبع تغذیه دارای ورودی AC باشد، اولین مرحله تبدیل ورودی به DC است. به این عمل اصطلاحاً یکسوسازی می گویند. البته منبع تغذیه با ورودی DC نیازی به این مرحله ندارد. یکسو کننده یک ولتاژ DC تنظیم نشده تولید می کند که به یک خازن بزرگ وارد می شود. جریان خروجی یکسوساز به صورت پالس های کوتاه در اطراف پیک ولتاژ AC رخ می دهد و منحنی آن را برای درک بهتر می توان بخشی از یک منحنی سینوسی بین ۳۰ تا ۱۵۰ درجه تصور کرد. این پالس های جریان دارای هارمونیک با فرکانس بالا هستند که ضریب قدرت را کاهش می دهد. برای رفع این مشکل، بسیاری از شارژرهای جدید از یک مدار PFC (اصلاح ضریب قدرت) مخصوص استفاده می کنند تا جریان ورودی به شکل سینوسی ورودی AC شبیه تر شده و ضریب قدرت اصلاح گردد. شارژرهای طراحی شده برای ورودی AC معمولاً با ورودی منبع تغذیه DC نیز کار می کنند، زیرا ولتاژ DC از طبقه یکسو کننده بدون تغییر عبور می کند. به عنوان مثال اگر منبع تغذیه برای ولتاژ AC ۱۱۵ ولت طراحی شده باشد، ولتاژ DC مورد نیاز 163 V ($115 \times \sqrt{2}$) خواهد بود. البته ذکر این نکته مهم است که این نوع استفاده ممکن است برای طبقه یکسو کننده مضر باشد، زیرا جریان ورودی فقط از نیمی از دیود های پل دیودی عبور میکند و ممکن است منجر به گرم شدن بیش از حد این دیودها شده و موجب خرابی زودرس آنها گردد.

اینورتر

مستقیماً از ورودی یا از مرحله یکسوساز که در بالا توضیح داده شد، به وسیله یک سیستم اسیلاتور قدرت با فرکانس چند ده الی چند صد کیلوهرتز، ولتاژ DC را به AC تبدیل می کند. تا اینجای کار در واقع ما ورودی AC با فرکانس کم (۵۰ هرتز سینوسی) و سطح ولتاژ بالا را به یک شکل موج پالسی با فرکانس بالا و سطح ولتاژ بالا تبدیل کردیم. سطح فرکانس معمولاً بالاتر از ۲۰ کیلوهرتز انتخاب می شود تا صدای سوئیچینگ با گوش انسان قابل شنیدن نباشد. سیستم اسیلاتور در این مرحله با استفاده از چندین طبقه MOSFET برای دستیابی به بهره (Gain) بالا پیاده سازی می شود. حال این شکل موج بعد از رد شدن از ترانسفورمر فرکانس بالا، به یک شکل موج پالسی (AC) با همان فرکانس ولی با سطح ولتاژ کمتر تبدیل می گردد.

اصل صرفه جویی در هزینه و کم حجم بودن منابع تغذیه سوئیچینگ از اندازه کوچکتر ترانسفورماتور با فرکانس بالا در مقایسه با ترانس های ۵۰/۶۰ هرتز ناشی می شود. ولتاژ خروجی ترانسفورماتور با حاصلضرب مساحت هسته $\times$ شار مغناطیسی $\times$ فرکانس، رابطه مستقیم دارد. مطابق فرمول ذکر شده با استفاده از فرکانس بسیار بالاتر، می توان سطح هسته و بنابراین حجم هسته را تا حد زیادی کاهش داد. با این حال، تلفات هسته در فرکانس های بالاتر افزایش می یابد. هسته ها را معمولاً از مواد فريت می سازند که در فرکانس های بالا و چگالی شار زیاد، خواه ناخواه دارای تلفات است.

در فرکانس های پایین، مانند فرکانس ۵۰ یا ۶۰ هرتز، می توان تلفات اثر پوستی در سیم حامل جریان را نادیده گرفت. اما در طراحی منابع تغذیه سوئیچینگ باید اثر پوستی را در نظر گرفت زیرا منبع اتلاف قدرت است. مثلاً در ۵۰۰ کیلوهرتز، عمق پوستی در مس حدود ۰.۰۷۶ میلی متر است، که بسیار کمتر از سیم های با کاربرد معمولی است. به عبارتی در فرکانس های بالا، جریان در نزدیکی سطح بیرونی سیم متمرکز می شود و از قسمت مرکزی سطح مقطع سیم جریان خیلی کمتری درمقایسه با فرکانس های پایین می گذرد. پس مقاومت موثر هادی ها در فرکانس بالا افزایش می یابد.

یکسوسازی خروجی

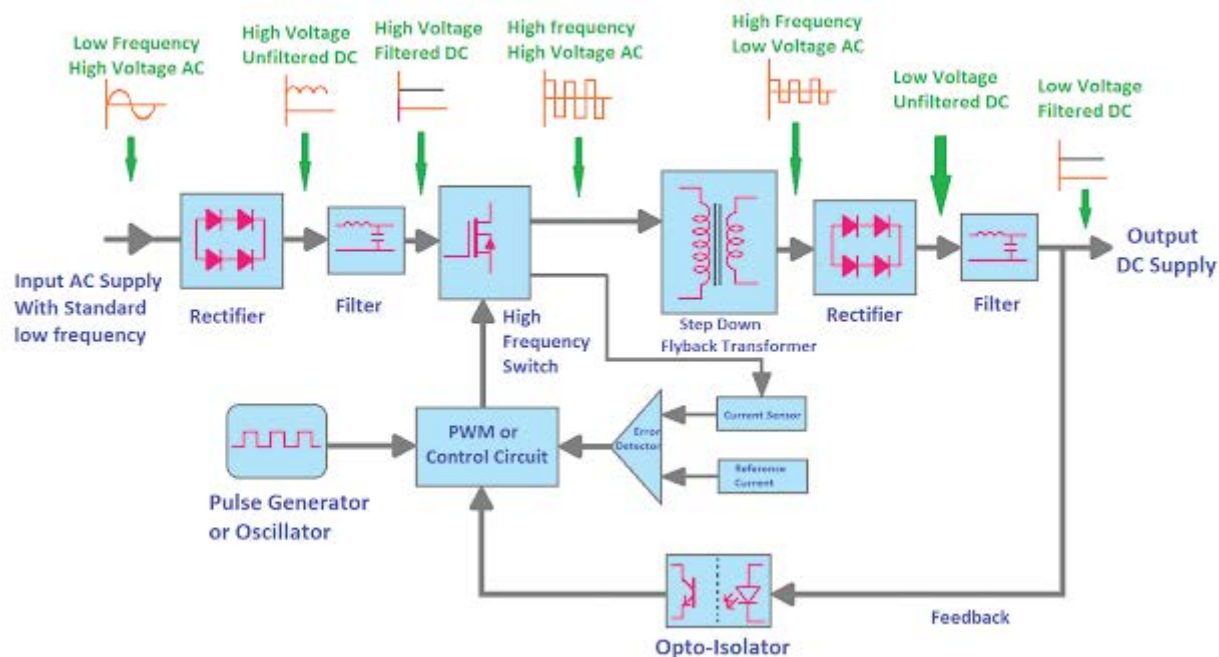
در این مرحله ما شکل موج پالسی با فرکانس بالا و سطح ولتاژ پایین که از طبقه قبلی گرفتیم را یکسوسازی کرده و به یک ولتاژ DC تبدیل می کنیم. حال مانند یکسوسازی مرحله اول، با یک فیلتر این شکل موج DC رگوله نشده را به ولتاژ رگوله شده تبدیل می کنیم.

فیدبک سیستم

مدار فیدبک، ولتاژ خروجی را کنترل کرده و آن را با ولتاژ مرجع مقایسه می کند. بسته به طراحی و الزامات ایمنی، کنترل کننده ممکن است شامل یک مکانیزم ایزولاسیون مانند اپتو-کوپلر باشد تا آن را از خروجی DC جدا کند. به عنوان مثال منابع سوئیچینگ در رایانه ها و تلویزیون ها حتما دارای ایزولاسیون اپتوکوپلری در بخش کنترل هستند.

مدار فیدبک قبل از اینکه بتواند قدرت تولید کند، برای کار کردن به برق نیاز دارد، بنابراین یک منبع تغذیه غیر سوئیچینگ اضافی برای این حالت در نظر گرفته می شود.

شارژرهای سوئیچینگ علاوه بر طبقه های مختلف توضیح داده شده، به منظور شارژ مناسب باتری نیز بهینه شده اند که در ادامه توضیح داده می شود.

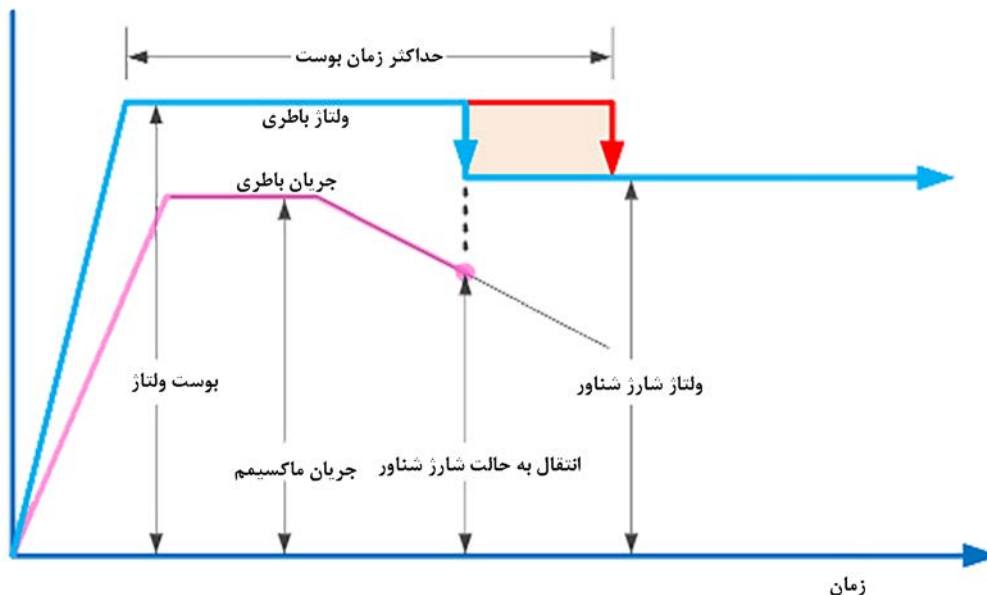


حالت های شارژ باتری

شارژرهای صنعتی دسته ای از منابع تغذیه می باشند که علاوه بر تغذیه بار DC می توانند باتری ها را نیز به صورت همزمان شارژ کنند. این شارژرها در واقع دو خروجی دارند: یکی برای بار و دیگری برای باتری. مجموعه باتری و شارژر سوئیچینگ یک سیستم برق اضطراری را تشکیل می دهند که در حالت وصل بودن برق ورودی AC، شارژر بار را تغذیه کرده و باتری ها را آماده به کار نگهداری می کند. در حالتی که برق ورودی AC قطع شود، این باتری ها هستند که تغذیه بار را عهده دار می شوند.

برای نگهداری صحیح باتری ها به منظور استفاده طولانی مدت از آنها و جلوگیری از فرسودگی زودرس باید باتری ها را با یک ساز و کار خاص که سازنده باتری تعیین می کند، نگهداری کرد. این وظیفه به عهده شارژر می باشد.

در زمانی که باتری ها به صورت کامل شارژ هستند و ظرفیتشان پر است شارژر نمی گذارد باتری دشارژ شود و به همین منظور ولتاژ معینی که سازنده باتری برای این حالت تعیین کرده را به دو پایانه باتری اعمال می کند. در این حالت باتری یک جریان بسیار کمی را از شارژر دریافت می کند و همزمان ولتاژ دو پایانه آن تقریباً ثابت می ماند. به این حالت از شارژر باتری «شارژ شناور» یا **Float Charging Mode** می گویند و به مقدار ولتاژ این حالت نیز ولتاژ شناور یا فلوت گفته می شود. در قسمت های بالا از این حالت با عنوان شارژ نگهداری نیز یاد شده است.



در حالتی که باتری اصطلاحاً زیادی دشارژ شده، شارژر ولتاژ اعمالی به پایانه های باتری را مقداری بالاتر از ولتاژ فلوت تنظیم می کند تا باتری با جریان بالاتری شارژ شود. به این حالت «شارژ بوست» یا **Boost Charging Mode** می گویند که در بخش های پیشین تجدید شارژ نیز به آن اطلاق شد. مقدار این ولتاژ هم توسط سازنده باتری ها مشخص می شود. مدت زمانی که باتری در این حالت شارژ می شود محدود است زیرا اگر به مدت زیادی باتری به صورت بوست شارژ شود آسیب می بیند. شارژ بوست معمولاً به صورت زمان ثابت انجام می گیرد. اینکه باتری در چه وضعیتی قرار دارد و به دنبال آن چه حالت شارژی برای آن مناسب است می تواند به صورت خودکار توسط بخش کنترل شارژر سوئیچینگ تعیین شود. ملاک تعیین حالت کاری مقدار جریانی است که باتری از شارژر می کشد.

سایر موارد در باره شارژر سوئیچ مد

در این قسمت مواردی مانند ولتاژ ورودی، خروجی، روش خنک کردن سیستم، پروتکل های ارتباطی، ابعاد و وزن و همچنین نوع نمایشگر و هم کنشی مد نظر می باشد.

ولتاژ ورودی

شارژرهای سوئیچ مد از لحاظ ولتاژ ورودی به دو دسته تک فاز و سه فاز تقسیم می شود. تک فاز یا سه فاز بودن شارژر بسته به ولتاژ در دسترس در محیطی که شارژر بکار گرفته می شود و همچنین میزان قدرتی که شارژر باید به خروجی تحویل دهد تعیین می گردد. در قدرت های بالا برق ورودی تک فاز قادر به تامین ورودی مطلوب نمی باشد و اگر هم باشد موجب نامتعادلی در شبکه محلی می گردد.

همچنین بازه فرکانس قابل قبول نیز یکی دیگر از مشخصه های ورودی است. معمولاً ولتاژ برق شبکه که به عنوان ورودی به شارژر داده می شود دارای فرکانس ثابت نیست و همیشه خطا دارد. به بیان دیگر، ولتاژ، سینوسی خالص با فرکانس ثابت ۵۰ هرتز نیست. لذا این مورد باید در طراحی در نظر گرفته شود.

ضریب قدرت نیز در دسته پارامترهای ورودی تعریف می شود. ضریب قدرت در یک سیستم الکتریکی AC اصطلاحی است که به نسبت قدرت واقعی به قدرت ظاهری گفته می شود و مقداری بین ۰ تا ۱ دارد. قدرت واقعی در واقع مبین توانایی یک مصرف کننده برای تبدیل انرژی الکتریکی به اشکال دیگر انرژی می باشد در حالی که قدرت ظاهری در اثر وجود اختلاف فاز بین ولتاژ و جریان پدید می آید. کم بودن ضریب قدرت یا به عبارتی بزرگ بودن قدرت ظاهری نسبت به قدرت واقعی در یک مدار، موجب بالا رفتن جریان در مدار و در نتیجه افزایش تلفات می شود. این امر باعث ایجاد بار اضافی در خطوط تاسیسات، افزایش گرمای سیم کشی ساختمان، ترانس های تاسیساتی و موتورهای الکتریکی می شود و ممکن است در برخی از سیستم ها مانند سیستم های تولید برق اضطراری مشکلات ماندگاری ایجاد کند. یک منبع تغذیه مدرن معمولاً شامل یک طبقه مداری برای اصلاح ضریب قدرت (PFC) است.

ولتاژ خروجی

ولتاژ DC خروجی شارژرهای سوئیچ مد بازه وسیعی دارد. جریان نیز همینطور و به دنبال این دو پارامتر، قدرت خروجی نیز که حاصل ضرب جریان در ولتاژ خروجی می باشد از دامنه گسترده ای برخوردار خواهد بود.

در شارژرهای ترستوری یا خطی، طبقه یکسوساز که از پل ترستوری ساخته شده است فقط قادر به تولید ولتاژ در بازه صفر تا پیک ولتاژ ورودی یکسوساز می باشد و برای افزایش ولتاژ خروجی مجبوریم ولتاژ ثانویه ترانس را افزایش دهیم.

اما در منابع تغذیه سوئیچینگ می توان با تکنیک های افزایش یا کاهش ولتاژ، یک خروجی حتی بزرگتر از ولتاژ پیک ورودی تولید کرد. شارژرهایی که توانائی تولید ولتاژ DC بزرگتر از ولتاژ AC ورودی را دارند در طبقه یکسوساز خود از مدارهایی سوئیچینگ Boost بهره می گیرند.

از پارامترهای خروجی دیگر می توان به ریپل ولتاژ اشاره کرد. ریپل در واقع میزان ولتاژ نوسانی AC سوار شده بر ولتاژ DC خروجی را نشان میدهد که در منابع سوئیچینگ با طراحی مطلوب، مقدار آن بسیار ناچیز است.

همچنین دقیق بودن Load Sharing یا تقسیم بار نیز پارامتر مهم دیگری در شارژرهای سوئیچینگ است. با اتصال موازی چندین ماژول سوئیچینگ می توان به قدرت بالاتر رسید. چالش موازی کردن آن است که جریان مساوی از همه ماژول ها کشیده شود تا همه ماژول ها به صورت یکسان باردهی داشته باشند. عدم بالانس جریان در یکی از ماژول ها باعث می شود یک ماژول جریان بالایی به خروجی بدهد در حالی که ماژول دیگر جریان اندکی را تامین می کند. این موضوع می تواند به شارژرها آسیب بزند.

خنک کردن

خنک کردن ماژول سوئیچینگ به صورت طبیعی با هیت سینک و یا با بکارگیری فن انجام می پذیرد.

شرایط محیطی

دمای کاری مطلوب و رطوبت قابل قبول محیط، جزو پارامترهایی است که در مشخصات شارژرها قید می گردد.

پروتکل های ارتباطی

پروتکل های ارتباطی برای اتصال ماژول ها به همدیگر به منظور کنترل آنها تعریف می گردد.

ویژگی های فیزیکی

وزن و اندازه یک منبع سوئیچینگ به قدرت خروجی، مدارهای محافظ نویز، فیلتر خروجی و همچنین سیستم خنک کننده وابسته است.

کنترل شارژر سوئیچ مد

با تفاوتی، مشابه آن چیزی است که برای شارژرهای خطی گفته شد.



HMI نمایشگر مرکزی یک شارژر

جزئیات کاربردی تر در باره شارژرهای سوئیچ مد تالیران

یکسوکنده های سوئیچ مد تالیران در ولتاژهای اسمی ۴۸-۱۱۰-۲۲۰-۲۴۰-۶۰۰ ولت و جریانهای نامی ۲۰ تا ۱۰۰۰ آمپر برای شارژ باتریهای سرب اسید معمولی (Lead-Acid)، سرب اسید آب بندی شده یا خشک (Sealed Lead Acid - Maintenance free)، نیکل کادمیوم (Nickel Cadmium)، و یون لیتیم (Lithium-ion) جهت تامین تغذیه DC پستهای برق فشار قوی، نیروگاهها، سیستمهای مخابراتی، سیستمهای نظامی، اتاق های کنترل و سایر مصارف صنعتی طراحی و ساخته می شوند و قادرند بدون وجود باتری، بار مصرفی را با ریبلی کمتر از ۱٪ ولتاژ خروجی و نویزی کمتر از ۲ میلی ولت تغذیه کنند.

یکسوکنده همراه با باتری بصورت یک مجموعه Online عمل کرده و در صورت بروز هر گونه اختلالی در برق شهر اعم از کاهش یا افزایش ولتاژ بیش از حد مجاز و یا قطع برق، بار مصرفی را از طریق باتری تغذیه نموده و اجازه نمی دهد اختلالی در خروجی به وجود آید. تغییرات برق شهر در محدوده $\pm 10\%$ و تغییرات ولتاژ نامی (Regulation) کمتر از ۱٪، محدوده مجاز تلقی می شود.

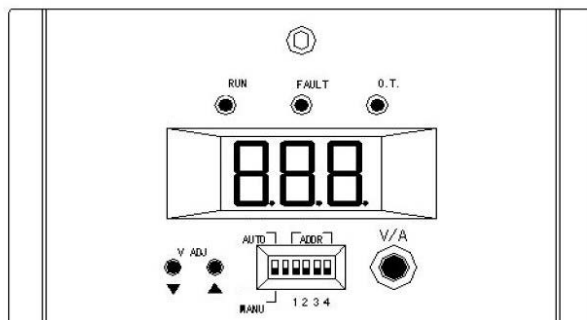
این دستگاهها جریان، ولتاژ و زمان را برای حالت های Float و Boost مطابق منحنی شارژ جریان- ولتاژ (IU) که از طرف کارخانجات باتری سازی پیشنهاد گردیده، تنظیم و باتری را شارژ می نماید. این شارژرها حساسیتی نسبت به توالی فازها (R-S-T) نداشته و در هر حالت وظیفه خود را انجام می دهد.

با توجه به پردازش دیجیتال کمیت های الکتریکی توسط میکرو کنترلر، امکان مشاهده کلیه آلارمها و خطاها روی نمایشگر LCD وجود دارد. همچنین در تابلوی شارژر امکان دسترسی به کنتاکت های آزاد مهیا می باشد. نیز در صورت درخواست مشتری، نمایش اطلاعات روی نمایشگر HMI و انتقال به پورت RS232 جهت مشاهده در کامپیوتر به صورت اختیاری (option) امکان پذیر است.



پارامتر های تعبیه شده روی هر ماژول، که می توان به صورت اپراتوری تغییر داد به شرح زیر است:

- پروتکل ارتباطی: انتخاب نوع پروتکل ارتباطی بین ماژول ها و دیگر اجزا مثل HMI با پروتکل RS232 یا RS485.
 - محدوده آلارم دهی ولتاژ زیاد: اگر ولتاژ خروجی به هر دلیلی از این مقدار فراتر رود ماژول آلارم می دهد.
 - محدوده آلارم دهی ولتاژ کم: اگر ولتاژ خروجی از این مقدار کمتر شود ماژول آلارم می دهد.
 - تنظیم حالت شارژ: در دو حالت بوست و فلوت قابل تنظیم است.
 - ولتاژ شارژ فلوت: ولتاژی که کارخانه سازنده باتری برای اعمال به دو سر باتری در حالت فلوت تعیین کرده قابل تنظیم است.
 - ولتاژ شارژ بوست: ولتاژی که کارخانه سازنده باتری برای اعمال به دو سر باتری در حالت بوست تعیین کرده قابل تنظیم است.
 - حد جریان دهی: از مقدار ۱۰ درصد تا ۱۰۵ درصد جریان نامی ماژول قابل تنظیم است.
 - جریان فلوت به بوست: مقدار جریان جهت تغییر حالت کاری از حالت فلوت به بوست.
 - جریان بوست به فلوت: مقدار جریان جهت تغییر حالت کاری از حالت بوست به فلوت.
 - ماکسیمم زمان شارژ بوست: مدت زمانی که شارژر در حالت بوست باقی می ماند.
 - دوره شارژ بوست: تعیین می کند که هر چند روز یکبار به صورت دوره ای شارژر وارد حالت بوست گردد.
- هم کنشی (interface) ماژول های شارژر سوئیچ مد در تصویر زیر آمده است.



در این ماژول با استفاده از نمایشگرهای 8 شکل که به هفت بخش یا seven segment معروف اند مقادیر مختلف مانند ولتاژ و جریان نشان داده می شوند. سه LED برای آلام ها، یک دیپ سوئیچ، دو دکمه بالا و پایین و دکمه V/A نیز در ماژول مشاهده می گردد. برای مشاهده جریان و ولتاژ از دکمه V/A استفاده می شود.

جدول پارامترهای ماژول های سوئیچینگ تالیران

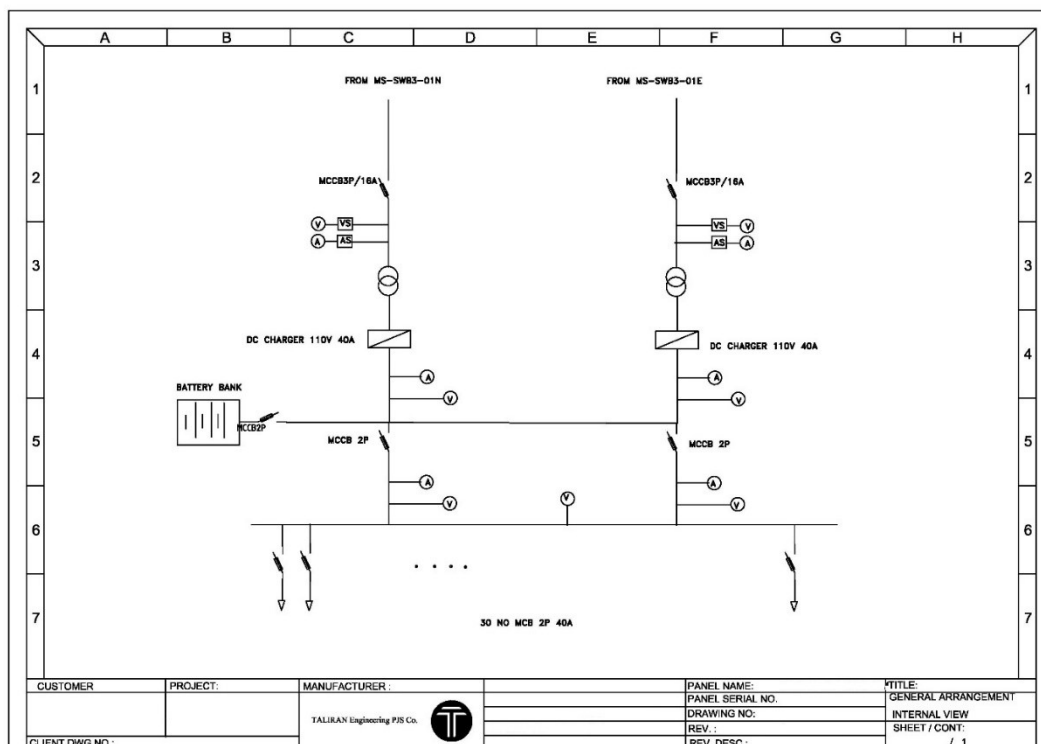
TL24D**		TL48D**		TL110D**		TL230D**		ویژگی / مدل								
هر یک از ماژول ها در دو مدل (بسته به قدرت خروجی) تکفاز ۲۲۰ ولت ±۱۵% ، سه فاز ±۳۸.۰% ولت ۱۵								ولتاژ (V)		ورودی						
								فرکانس (Hz)								
								بازدهی (%)								
								ضریب توان								
≥۹۵																
≥۰.۹۳																
۲۹ تا ۲۱		۵۸ تا ۴۰		۱۵۰ تا ۸۸		۳۰۰ تا ۱۹۰		ولتاژ (V)		خروجی						
۵۰ تا ۳		۱۰۰ تا ۵		۴۰ تا ۱		۴۰ تا ۰.۵		جریان (A)								
۱۵۰۰ تا ۶۰۰		۳۰۰۰ تا ۶۰۰		۶۰۰۰ تا ۱۵۰۰		۱۲۰۰۰ تا ۱۵۰۰		توان (W)								
۸ تا ۳								زمان soft start(s)								
≤۰.۵%								خطای تثبیت جریان (%)								
≤۰.۵%								خطای تثبیت ولتاژ (%)								
≤۰.۲%								ریپل (%)								
≤۳%								خطای تقسیم جریان (%)								
با هیت سینک (طبیعی) در قدرت های پایین، به وسیله فن در قدرت های بالا								خنک کاری								
RS485 – RS232								پروتکل ارتباطی								
≤۵۰								نویز آکوستیک (dB)								
۵۰- تا ۲۰								دمای کاری (C)		شرایط محیطی						
۶۰- تا ۴۰								دمای نگهداری (C)								
≤۹۰								رطوبت نسبی (%)								
۱۰۶ تا ۷۰								فشار هوا (kPa)								
۱۹ تا ۵								وزن (kg)		ویژگی های فیزیکی						
ارتفاع از ۱۹۵ تا ۳۵۵ - عرض از ۹۱ تا ۱۵۴ - طول از ۲۶۰ تا ۴۱۰								ابعاد (mm)								

۴- طراحی و ساخت شارژرها

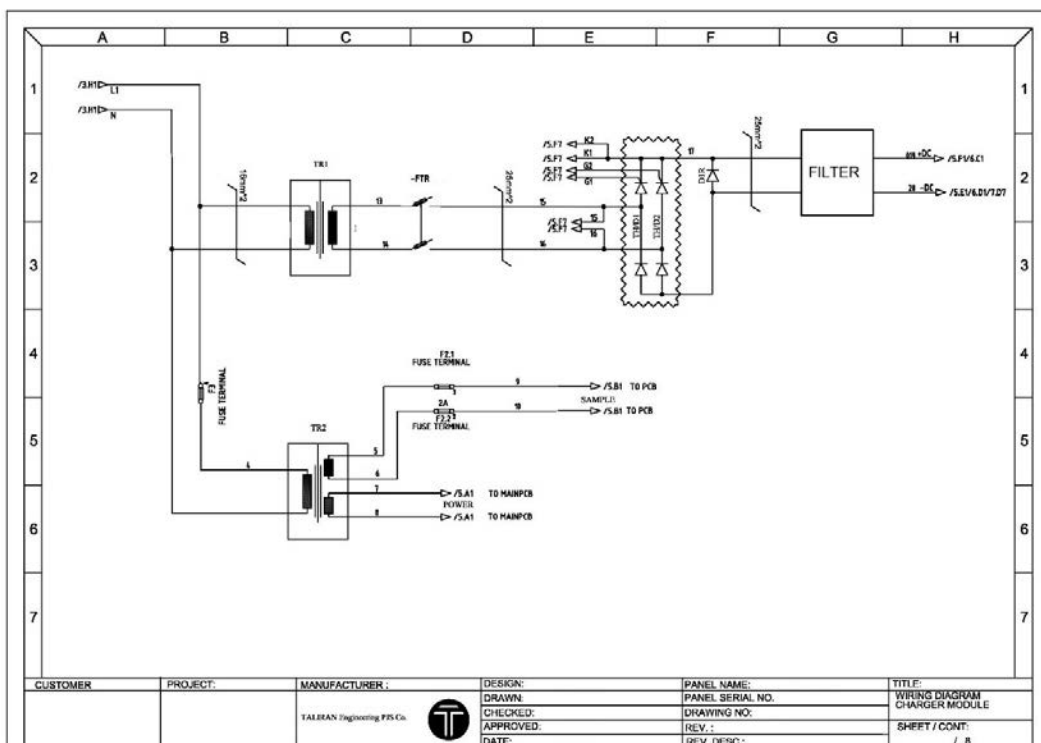
این بخش بین دو نوع شارژر خطی و سوئیچ مد مشترک است. پیش از ساخت هر سفارش، ابتدا نقشه ی تک خطی تابلوی شارژر و نقشه های جانمایی و سیم بندی طراحی و ترسیم شده و پس از تایید کارفرما وارد مرحله ساخت می گردد.

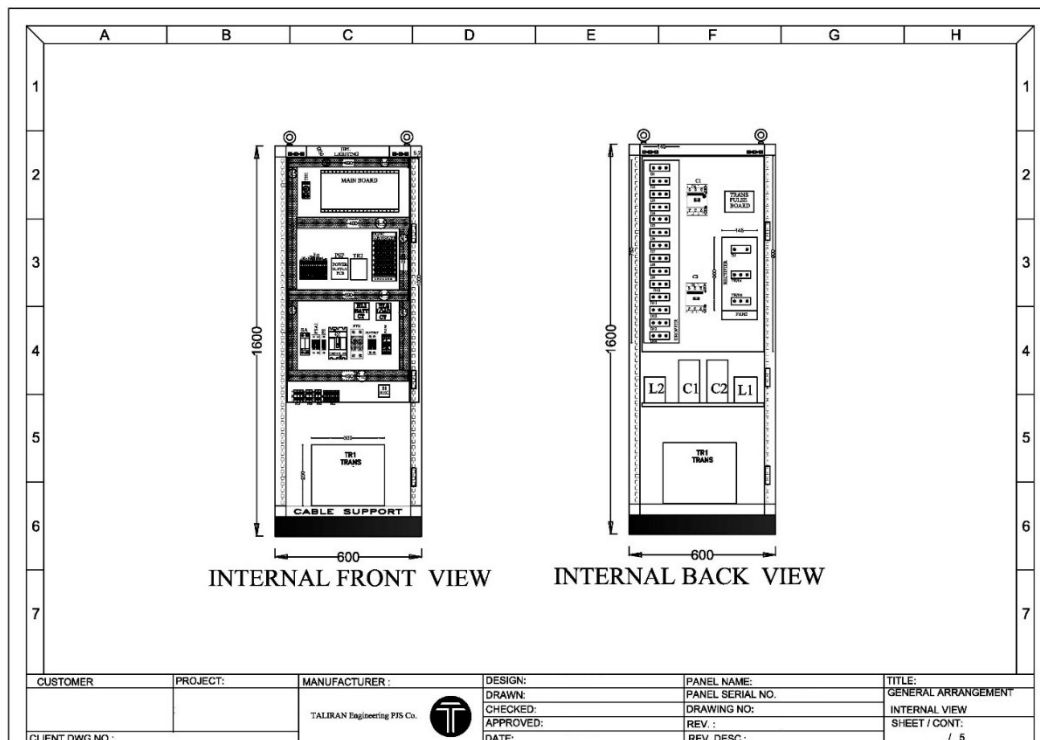


نمونه ی نقشه ی تک خطی شارژر:



نمونه ی نقشه ی سیم کشی تابلو :





۵- تفاوت‌های کاربردی شارژرهای خطی و سوئیچ مد

تفاوت های کاربردی شارژرهای خطی و سوئیچ مد از دو نوع تکنیک متفاوت بکارگرفته شده در آنها برای تولید ولتاژ DC از ولتاژ AC ناشی می‌شود.

در روش خطی از ترانس و المانهای یکسو کننده جریان و فیلتر استفاده می شود. تلفات بالا و بازدهی پائین و عدم دسترسی به رگولاسیون دقیق و کیفیت دلخواه در خروجی، مشکلات منبع تغذیه خطی می باشند.

عوامل اصلی بروز این تفاوت ها به قرار زیر است :

- فرکانس کار ترانسها در روش خطی ۵۰ تا ۶۰ هرتز است. ترانس های فرکانس پایین، اندازه و حجم بزرگی دارند. در روش سوئیچینگ به دلیل استفاده از فرکانس بالای ۵۰ تا ۲۰۰ کیلوهرتز، حجم و وزن ترانسها به میزان قابل توجهی کاهش یافته و در نتیجه اندازه منبع تغذیه سوئیچینگ کوچکتر است.
- یک منبع تغذیه با رگولاتور خطی با تلف کردن قدرت، خروجی را رگوله یا یکسو می کند، ولی در روش سوئیچینگ با تغییر میزان دوره سیکل سوئیچ ، ولتاژ و جریان خروجی کنترل می شود. با یک طراحی خوب در روش سوئیچینگ می توان به حدود ۹۵ درصد بازدهی دست یافت.

از آن طرف در طراحی منابع تغذیه سوئیچینگ، بدلیل وجود فرکانس بالا، بحث نویز و اثرهای ناخواسته الکترومغناطیسی حائز اهمیت شده و برای حذف آنها از فیلتر (Electromagnetic Interference Filters) EMI و اتصالات RF (Radio Frequency Connectors) استفاده می شود.

چنانچه پیداست طراحی منبع تغذیه خطی بسیار ساده تر بوده و اثرات نویز در خروجی آن بسیار کمتر است.

یکسوسازی در شارژرهای خطی با ترستور انجام می‌شود و از این رو دارای فرکانس پایین و سطح ولتاژ بالا و ریزل زیاد است. با وجود این شارژرهای خطی از لحاظ کاربردی از سابقه طولانی و قابلیت اطمینان بالایی در صنعت برخوردار اند. این شارژرها رگولاسیون را به نرمی انجام می‌دهند و سیم پیچ ترانس به کار رفته در آنها توانائی انتقال قدرت بالایی را دارد. همچنین عیب یابی آنها به دلیل سادگی مدار قدرت و شناسایی راحت هر یک از ادوات بکار گرفته شده ساده تر است.

در پیوند با مزایای سیستم های ماژولار سوئیچینگ می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ۱- ضریب اطمینان بسیار بالا برای عملکرد صحیح باتری شارژر با توجه به موازی شدن ماژول ها و تقسیم بار (LOAD SHARING) منطقی
 - ۲- امکان افزایش ظرفیت خروجی باتری شارژر به دلیل ماژولار بودن در صورت افزایش میزان مصرف در آینده. در حالی که در باتری شارژر های خطی باتوجه به ظرفیت ثابت ترانس قدرت و ترستور ها این امر به سختی امکان پذیر است .
 - ۳- کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری و عدم نیاز به اعزام نیرو جهت انجام تعمیرات در اکثر موارد .
 - ۴- عدم نیاز به توقف عملکرد سیستم در هنگام تعمیرات و ...
 - ۵- صرفه جویی در فضا با توجه به حذف ترانس هسته آهن به کار رفته در شارژرهای خطی.
- در عین حال این تفاوتها در جدول زیر طبقه بندی شده است.

جدول مقایسه

ویژگی	خطی	سوئیچینگ
هزینه تعمیر	یکی از مزیت های شارژرهای خطی دوام بالای آنها است. مثلاً بعد از ۱۰ سال شاید نیاز به تعویض یک ترستور مطرح شود.	در مقایسه با خطی هزینه تعمیرات تقریباً یکسان است. زیرا که ارزانی قیمت عناصر در معرض خرابی، فاصله زمانی کوتاه تر خرابی ها را جبران می کند.
روش خنک کردن سیستم	علاوه بر بکارگیری هیت سینک باید برای خنک کردن ترستورهای قدرت، فن نیز بکار ببریم. به عنوان مثال در شارژر خطی ۱۱۰ ولت ۴۰ آمپر تالیران علاوه بر هیت سینک فن نیز استفاده شده است.	در بسیاری از قدرت ها با طراحی مناسب و بکارگیری هیت سینک مطلوب نیاز به فن نیست. مثلاً منبع سوئیچینگ ۴۰ آمپر و ۱۱۰ ولت تالیران بدون فن و فقط با هیت سینک خنک می شود.
اندازه و وزن	به دلیل استفاده از هیت سینک های بزرگ و سنگین برای دیودها یا ترستورهای یکسوساز و استفاده از ترانس فرکانس پایین با حجم و وزن زیاد، اندازه و وزن شارژر زیاد است	بخاطر بالا بودن فرکانس سوئیچینگ، ترانس بکارگرفته شده حجم و وزن ناچیزی دارد. البته بکارگیری مدارهای محافظ فرکانس رادیویی ممکن است تاثیر محسوسی روی وزن و اندازه شارژر بگذارد. با وجود این هنوز بسیار کوچکتر و سبک تر هستند.
ولتاژ خروجی	با بکارگیری ترستور بجای دیود می توان هر ولتاژ خروجی را با تغییر زاویه آتش مناسب بدست آورد. همچنین با بکارگیری ترانس نیز می توان سطح ولتاژ ورودی را تغییر داد و به دنبال آن ولتاژ خروجی را عوض کرد. با وجود این اگر در ولتاژ خروجی رگولاسیون نداشته باشیم ولتاژ خروجی با تغییر بار به صورت محسوسی تغییر می کند.	هرولتاژی که کمتر از ولتاژ شکست ترانزیستور به کار رفته در شارژر باشد برای خروجی قابل دسترس است. با تغییر بار، ولتاژ خروجی تغییرات کمی دارد.

به دلیل استفاده از ترانزیستور سوئیچینگ در این بخش تلفات اندکی داریم. البته با اضافه شدن بخش کنترل و فیدبک، مصرف برق این بخش را نیز باید در نظر گرفت. با ملاحظه موارد بالا و همچنین مقاومت معادل خازن ها و سلف ها و تلفات هسته سلف ها، در حالت عادی بازدهی به حدود ۶۰ الی ۷۰ درصد می رسد. البته با طراحی بهینه و انتخاب فرکانس سوئیچینگ مناسب و جلوگیری از اشباع سلف، می توان به بازدهی ۹۵ درصد رسید.	اگر خروجی، رگولاسیون نداشته باشد تلفات فقط در بخش ترانس و همچنین ناشی از تلفات مسی سیم ها می باشد. اما اگر رگولاسیون داشته باشیم تلفات ناشی از اختلاف ولتاژ ورودی و خروجی نیز به تلفات فوق اضافه می شود. همچنین در شارژرهای نسل دوم و سوم که با میکروکنترلر و میکروپروسسور کنترل می گردند، باید مصرف قدرت بخش کنترل را نیز در نظر گرفت. به صورت کلی بازدهی این شارژرها کم است.	بازدهی، تلفات گرمایی و هدررفت قدرت
به دلیل مفصل بودن بخش کنترل و وجود تعداد زیادی عناصر الکترونیکی و نیز ضرورت کنترل نویز مغناطیسی، پیچیدگی این مدار ها بیشتر است.	در مقایسه با شارژرهای سوئیچ مد ساختار ساده تری دارند. پیچیدگی عمده آنها در مدار کنترل است. در شارژرهای خطی نسل دوم و سوم به دلیل بکارگیری میکروکنترلر و میکروپروسسور برای کنترل ترستورها، آلارم ها و وضعیت مدارها، پیچیدگی مدار کنترل بیشتر شده است.	پیچیدگی
نویز خروجی متناسب با فرکانس سوئیچینگ است و چون فرکانس سوئیچینگ زیاد است، خروجی رگوله نشده می تواند باعث تداخل در عملکرد مدارهای دیجیتال و یا نویز صوتی قابل شنیدن در مدارهای صوتی شود. برای برطرف کردن این مشکل فرکانس سوئیچینگ منبع تغذیه در بازه ای برگزیده می شود تا از آثار نویز کاسته شود. مثلاً برای برطرف کردن نویز صوتی باید فرکانس سوئیچینگ بالاتر از فرکانس قابل شنیدن با گوش انتخاب گردد.	در شارژرهای خطی اضافه شدن رپل با فرکانسی دو برابر فرکانس شهر (یعنی حدود ۱۰۰ هرتز) به جریان خروجی، ممکن است باعث ایجاد صدا در دستگاه های صوتی و یا نویز تصویری در دوربین های آنالوگ شود. باوجود این با اضافه کردن طبقه رگولاتور به خروجی، این مشکل حل می شود.	نویز در خروجی
منابع تغذیه سوئیچینگ ارزان قیمت می تواند نویز الکتریکی حاصل از سوئیچینگ را وارد شبکه برق شهر نماید و این موجب ایجاد تداخل با سایر دستگاه های صوتی و تصویری که به همان فاز وصل شده اند خواهد شد. همچنین در صورت مجهز نبودن منابع تغذیه سوئیچینگ به سیستم تصحیح ضریب قدرت ممکن است اعوجاج هارمونیکی ایجاد نمایند.	می تواند اعوجاج هارمونیکی ایجاد نماید ولی نویز فرکانسی آن ناچیز است.	نویز در ورودی

معمولاً برای انسان قابل شنیدن نیست مگر اینکه منبع تغذیه دارای فن باشد، درست کار نکند یا این که فرکانس سوئیچینگ در محدوده قابل شنیدن باشد یا لایه‌های سیم پیچ‌ها در یکی از زیر هارمونیک‌های فرکانس کاری شروع به لرزش کند.	نویز بسیار ضعیفی ایجاد می‌کنند و عامل آن لرزش لایه‌های سیم پیچ ترانسفورمر می‌باشد.	نویز آکوستیک
اینجا ضریب قدرت از مقادیر پایین تا متوسط در تغییر است. اما بکارگیری سیستم تصحیح ضریب قدرت می‌تواند این مشکل را حل نماید.	در صورت مجهز بودن به رگولاتور ضریب قدرت، این پارامتر به اندازه مطلوب نزدیک خواهد بود.	ضریب قدرت
چون خازن فیلتر در ابتدا برای شارژ شدن جریان زیادی می‌کشد، جریان هجومی اینجا نیز بالاست. البته این جریان در حالت کار عادی منبع کاهش می‌یابد. با وجود این، جریان هجومی به دلیل امپدانس ورودی منبع و مقاومت‌های سری شده با خازن فیلتر، تا حدود زیادی کنترل می‌شود.	در لحظه اتصال به برق شهری تا هنگامی که شار مغناطیسی ترانسفورمر به حد پایدار برسد و خازن‌ها کاملاً شارژ شوند جریان هجومی بالا است؛ مگر این که از مدار استارتر نرم (soft starter) استفاده شود.	جریان هجومی وارد شونده به منبع
به دلیل وجود فیلتر تداخل الکترومغناطیسی - که طبق مقررات مربوط به تداخل الکترومغناطیسی و فرکانس رادیویی اغلب منابع تغذیه سوئیچینگ می‌بایست در ورودی خود آن را داشته باشند - بدنه دستگاه به ولتاژی برابر نصف ولتاژ برق شهر اما با امپدانس بالا متصل است. البته در صورت وصل بدنه به زمین این موضوع دیگر صادق نبوده و ولتاژ آن صفر خواهد شد.	در منابع تغذیه دارای ترانسفورمر ورودی، مدار خروجی از ورودی ایزوله می‌شود. هم به این دلیل و نیز به دلیل امکان زمین کردن بدنه و هسته ترانس، خطر برق گرفتگی به مراتب کاهش می‌یابد. اما چنانچه عایق بین سیم پیچی اولیه و ثانویه از بین برود، این خطر وجود خواهد داشت. البته با طراحی صحیح مدار قدرت می‌توان از وقوع آن پیشگیری کرد. منابع تغذیه خطی بدون ترانس ذاتاً خطرناک هستند. از این رو در منابع تغذیه خطی و حتی سوئیچینگ باید ولتاژ ورودی و در مواقعی ولتاژ خروجی را ایزوله نمود.	خطر برق گرفتگی
ممکن است بعلت خرابی دستگاه، ولتاژ خروجی زیاد شده و سبب ترکیدن خازن‌ها شود. در برخی موارد ولتاژ شناور می‌تواند به طبقه ورودی آمپلی‌فایرها آسیب برساند. ولتاژ شناور توسط خازن‌هایی ایجاد می‌شود که اولیه و ثانویه منبع تغذیه سوئیچینگ را به هم وصل می‌کنند. چنانچه ثانویه به زمین وصل شود یک جریان لحظه‌ای و بالقوه مخرب از این خازن عبور خواهد کرد.	بسیار پایین است مگر اینکه بین سیم پیچی اولیه و ثانویه اتصال کوتاه پیش بیاید یا اینکه رگولاتور خراب شود.	خطر آسیب به تجهیزات

شرکت مهندسی تال ایران (تالیران) سهامی خاص

دفتر مرکزی: تهران ۱۵۱۷۹۴۴۸۴۹، بلوار آفریقا، پایین تر از اتوبان حقانی، نبش خیابان ۲۵، پلاک ۶۲، طبقه ۴، واحد D4

کارخانه: شهریار ۳۱۶۴۳۴۳۵۹۳، صفادشت، جنب مخابرات و شهرداری، انتهای خیابان تختی، خیابان تالیران (صنایع غذای کامبیز)، سمت چپ

تلفن: ۵۷ ۳۶۴ - ۰۲۱

نمابر: ۸۸ ۶۴ ۸۲ ۵۳ - ۰۲۱

پست الکترونیک: office@taliran.com

تاریخ ۱۴۰۳/۰۲/۰۱ - همه حقوق محفوظ است.

TALIRAN Engineering PJS Co.

Office: D4, 4th Fl., No.62 , Corner of 25 Str., Afrigha Blvd., Below Haghani Hwy, Tehran 1517944849 , Iran

Factory: Shahriyar, Safadasht., Next to municipality., Takhti Str., 3164343593 After Kambiz factory

Tel: +98 (21) 57 364

Fax: +98 (21) 88 64 82 53

E-mail: office@taliran.com