

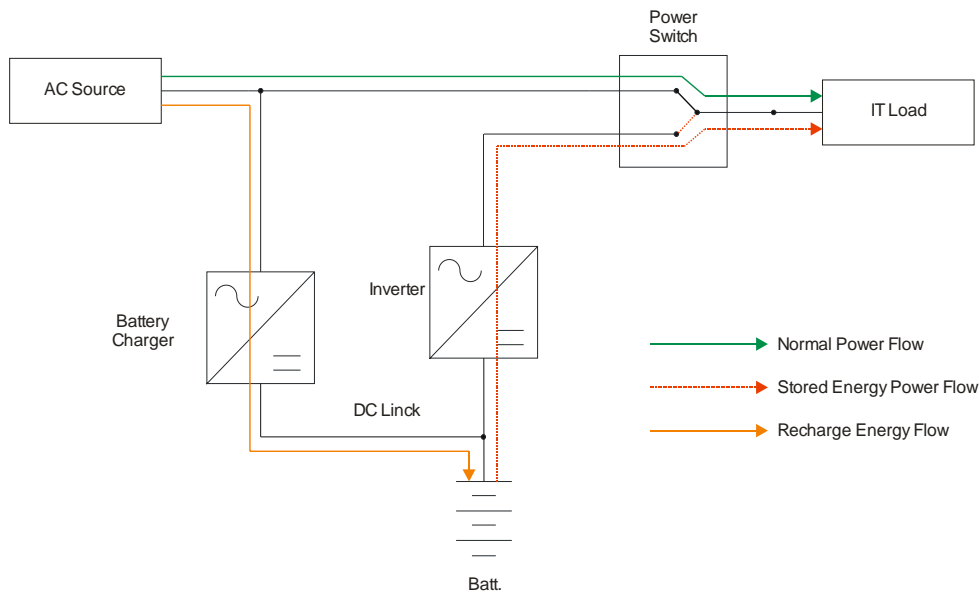
یوپی اس Multi-Mode

شرکت تحقیقات الکترونیک فطروسی

امروزه با توجه به رشد سریع سیستم‌های شبکه و دیتاسنتر و همچنین افزایش سرعت پردازش میکروپروسورها تا چندین گیگاهرتز در ثانیه، استفاده از یوپی‌اس جهت تأمین برق مطمئن برای این سیستم‌ها به امری بدیهی تبدیل شده است، زیرا کوچکترین وقفه و اختلال در عملکرد این سیستم‌ها ممکن است باعث از دست رفتن اطلاعات و عدم انجام هزاران فرایند گردد که متعاقب آن ضررهای هنگفت و جبران ناپذیری به سیستم وارد خواهد شد. لذا استفاده از یوپی‌اس برای تأمین مسیری امن جهت برقراری انرژی سیستم‌ها به گونه‌ای که بتواند علاوه بر جلوگیری از قطع مسیر انرژی، از ورود اختلالات ولتاژ و فرکانس و اسپایک‌های درونی و بیرونی شبکه به سیستم نیز ممانعت کند امری اجتناب‌ناپذیر است. در این میان رقابت بر سر تولید یوپی‌اس‌هایی است که بتوانند مؤلفه‌های بهتری در مورد بازده، MTBF، MTTR، Reliability و Redundancy ارائه نمایند.

آنچه تاکنون برای مصارف مختلف تولید شده است را می‌توان به سه دسته کلی یوپی‌اس‌های Line، Passive Standby، Interactive و Double Conversion تقسیم‌بندی نمود. در این مستند سعی شده است تا یک مقایسه کلی بین این توپولوژی‌ها صورت پذیرد.

1. Passive Standby :

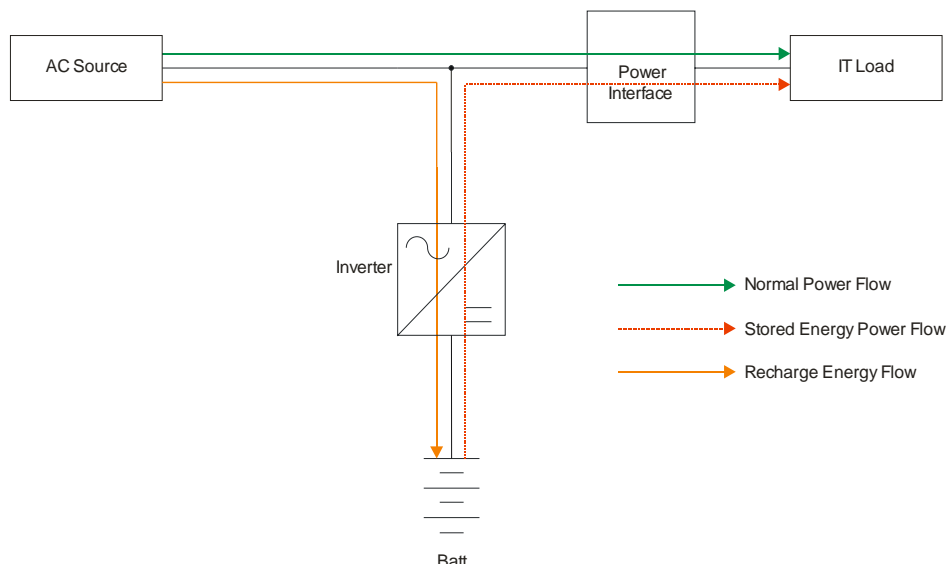


شکل ۱

همانگونه که در شکل ۱ نمایش داده شده است در این نوع یوپی‌اس برق ورودی در شرایط نرمال بطور مستقیم به بار متصل می‌شود و تنها در شرایط قطع برق ورودی و یا زمانی که برق ورودی خارج از رواداری‌های مجاز مشخص شده قبلی باشد، اینورتر روشن شده و بار از طریق اینورتر و مسیر باتری تغذیه می‌گردد. به محض وصل مجدد برق و یا ورود به محدوده رواداری مجاز مجدداً مسیر تغذیه بار به مسیر برق ورودی منتقل می‌گردد.

۲. Line Interactive :

- نوع اول:

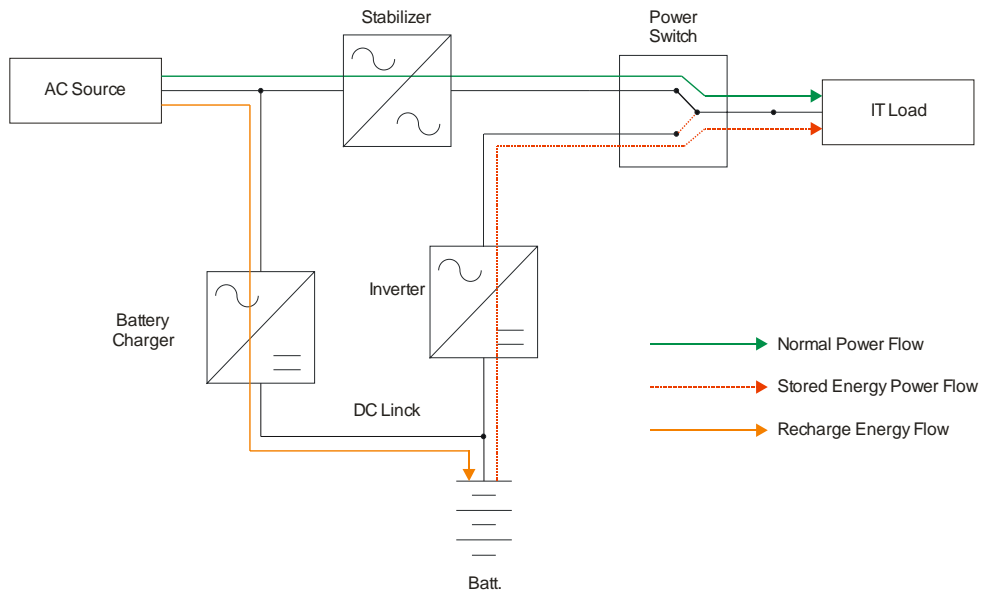


شکل ۲-۱

همانگونه که در شکل ۲-۱ نمایش داده شده است تفاوت این توپولوژی با مدل‌های Passive Standby در این است که اینورتر بصورت دوسویه می‌باشد. همچنین در این توپولوژی اینورتر همیشه روشن است و در شرایط نرمال مشغول شارژ باتری است و بار برق رگوله‌شده شبکه را دریافت می‌کند. در صورت قطع برق یا خروج مؤلفه‌های آن از رواداری‌های تعریف شده، اینورتر با استفاده از باتری برق DC را به AC تبدیل کرده و تأمین انرژی بار را تا زمانی که شرایط به حالت نرمال برگشته به عهده می‌گیرد. در برخی موارد فیلترهای ورودی و خروجی مناسب نیز جهت دفع اسپایک‌ها بر روی این سیستم تعبیه می‌گردد.

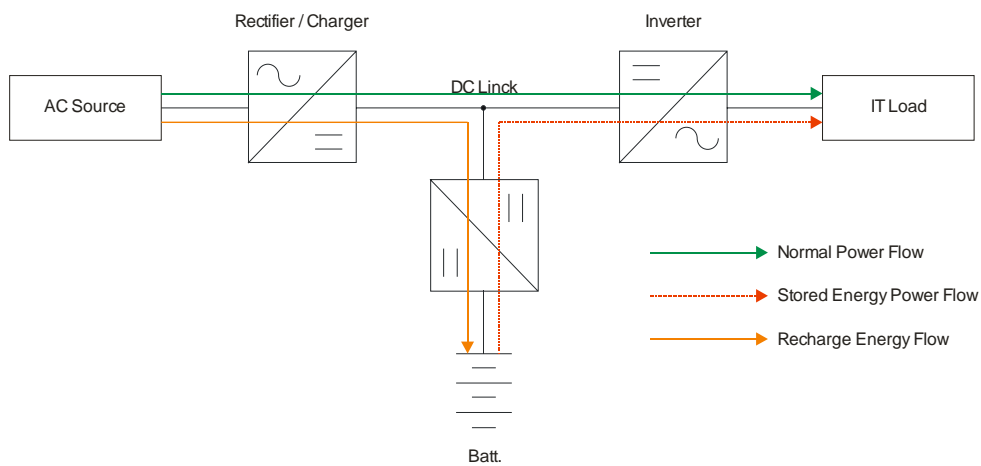
- نوع دوم:

بر اساس استاندارد IEC62040-3 سال 2011 همه یوپی‌اس‌های Passive Standby به شرط آنکه دارای استابلایزر کاهنده و افزایشنده باشد Line Interactive محسوب می‌شوند. در شکل ۲-۲ این توپولوژی مشاهده می‌شود.



شکل ۲-۲

۳. Double Conversion :

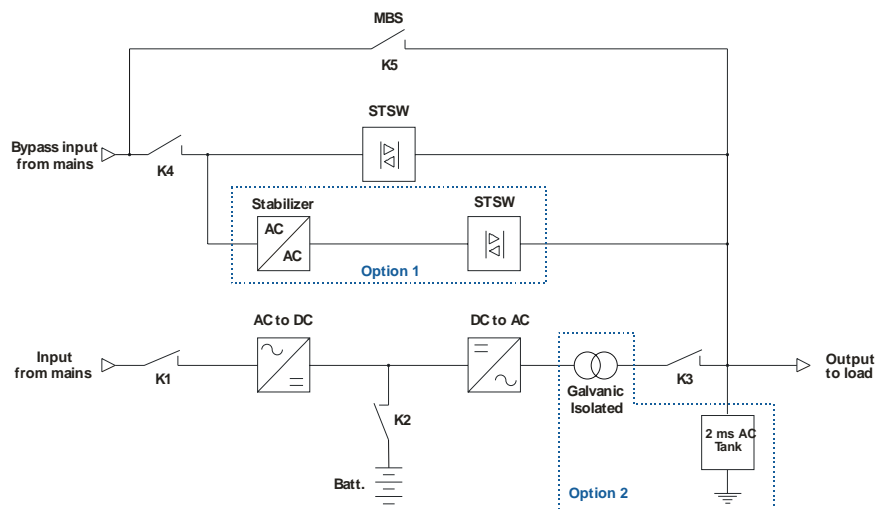


شکل ۳

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود در این سیستم یک فرایند دو مرحله‌ای انجام می‌پذیرد که ابتدا ولتاژ AC تبدیل به DC می‌شود و سپس مجدداً تبدیل به ولتاژ AC می‌گردد و بار را تغذیه می‌کند. در شرایط نرمال اینورتر در حال تغذیه بار است و هر دو مرحله فرایند فوق‌الذکر در حال انجام می‌باشد در شرایط قطع برق و یا خروج مؤلفه‌های برق ورودی از رواداری‌های مجاز شارژر، شارژر خاموش شده و اینورتر جریان خود را از باتری تأمین می‌کند.

توپولوژی‌های یاد شده فوق هر یک دارای مزایا و معایبی می‌باشند که در توپولوژی جدید مولتی مد سعی شده است با تلفیق نقاط قوت و حذف نقاط ضعف به یک مدل مطمئن، کارآمد و با صرفه برسیم.

:Multi-Mode.۴



شکل ۴

مطابق شکل ۴ این یوپی‌اس دارای شاکله اصلی دابل کانورژن است به گونه‌ای که با استفاده از یک شارژر و یک اینورتر فرایند دو مرحله‌ای تبدیل از AC به DC را انجام می‌دهد. در مسیر باتری یک عدد کانورتر دو طرفه وجود دارد که ضمن تبدیل ولتاژ AC به DC ولتاژ شارژر را به سطح مناسب جهت شارژ باتری می‌رساند و از طرف دیگر در مواقع نیاز ولتاژ باتری را به ولتاژ مورد نیاز اینورتر تبدیل می‌نماید.

علاوه بر آن ۲ عدد استاتیک سوئیچ در مسیر بای پس قرار دارد که یکی به صورت مستقیم برق را به بار منتقل می کند و دیگری از مسیر استابلایزر (Optional) برق را به خروجی متصل می نماید. کلید MBS به صورت Make Before Brake مستقیماً برق را به خروجی منتقل می کند که با ایزوله شدن کل سیستم قابلیت Maintenance فراهم می گردد.

بطور کلی Multi-Mode عبارت است از قرار دادن همزمان دو یوپی اس یکی با تکنولوژی Line Interactive و دیگری با توپولوژی Double Conversion در یک یوپی اس. در این توپولوژی بصورت آپشنال امکان انتخاب ایزولاسیون مغناطیسی و همچنین AC Tank جهت کاهش زمان تاخیر انتقال از مد ESM به Double Conversion به صفر وجود دارد. در صورت عدم انتخاب این آپشن مقدار زمان تاخیر از ۱۸۷۵ میکرو ثانیه تا ۵۰۰ میکرو ثانیه قابل تنظیم است.

- در یوپی اس Multi-Mode امکان سه انتخاب برای حالت کاری یوپی اس بطور مستقل فراهم است:

۱- انتخاب Double Conversion که در این صورت دستگاه در شرایط عادی در مد دابل کانورژن قرار می گیرد که در این حالت بدون آپشن ایزولاسیون گالوانیک، بسته به توان مورد استفاده، دستگاه بین ۹۴٪ تا ۹۶٪ بازده دارد و با آپشن ایزولاسیون گالوانیک بین ۹۲٪ تا ۹۴٪. در صورت ایجاد خرابی، سیستم به حالت بای پس می رود و اگر آپشن استابلایزر انتخاب شده باشد و نیاز به اصلاح باشد روی آن می افتد که در صورتی که استابلایزر در مدار باشد بازده ۹۸٪ و اگر در مدار نباشد بازده ۹۹٪ است.

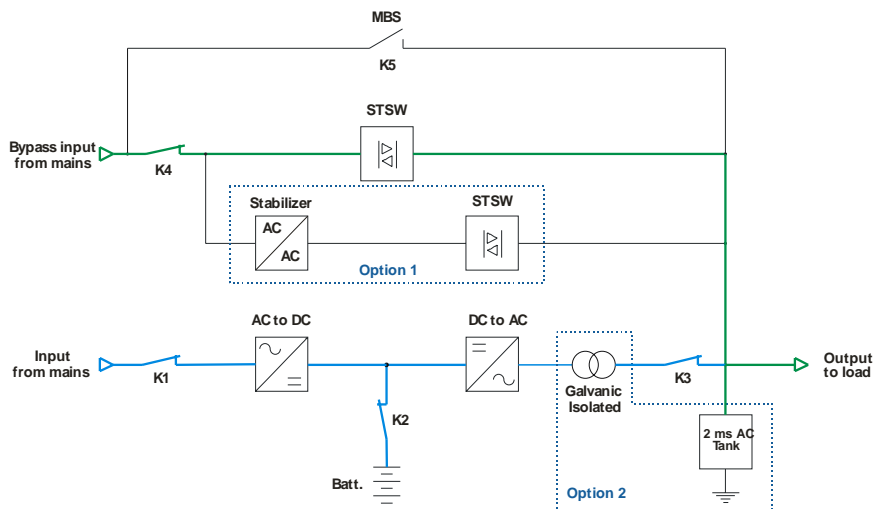
۲- انتخاب line Interactive.

۳- انتخاب مولتی مد که تشخیص و انتخاب مد مناسب به طور خودکار توسط دستگاه انجام می پذیرد. اگر برق از ثبات نسبی در محدوده ولتاژی (با انتخاب آپشن استابلایزر این محدوده افزایش می یابد) و فرکانسی و تغییرات مداوم ولتاژ برخوردار باشد دستگاه وارد مد Line Interactive می شود و در غیر این صورت Double Conversion فعال می گردد.

مدهای مختلف کارکرد این یوپی اس در صورت انتخاب Multi-Mode به شرح ذیل می باشد:

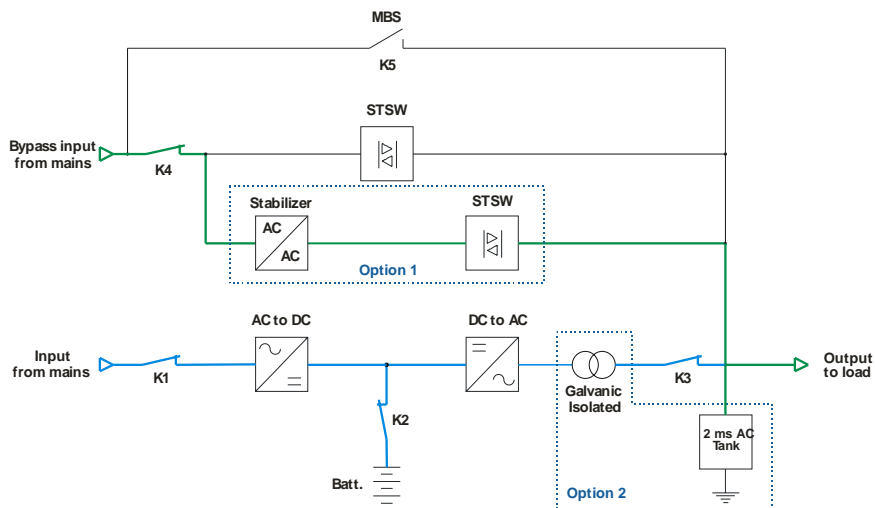
Normal Mode.۴.۱

در شرایطی که ولتاژ و فرکانس و هارمونی ها و میزان تغییرات آنها نسبت به زمان در رواداری مجاز باشد، ولتاژ ورودی بای پس از طریق یک Static switch به بار منتقل می گردد. در این حالت مطابق شکل ۵ جهت شارژ باتری هر دو رکتیفایر می توانند برای افزایش ضریب اطمینان بصورت پارالل ریداندنت باتری را شارژ کنند. همچنین مصرف کننده قادر به انتخاب حالت هات استندبای برای آنها و تعیین اولویت آنها با توجه به محدودیت های احتمالی موجود در برق متصل به آن است.



شکل ۵

در مسیر تغذیه بای پس، فیلترها و ورستورهای جهت دمپ کردن اسپایک‌ها و نویزها در نظر گرفته شده است. در این شرایط سیستم با بازده ۹۹ درصد در حال کار است. اگر ولتاژ ورودی از محدوده تعریف شده تخطی نماید مسیر جریان از طریق استاتیک سوئیچ ۲ به استابلایزر منتقل می‌شود (Optional) و برق رگوله شده به بار منتقل می‌گردد. در این حالت که در شکل ۶ آن را مشاهده می‌نمائید بازده سیستم ۹۸ درصد می‌باشد.

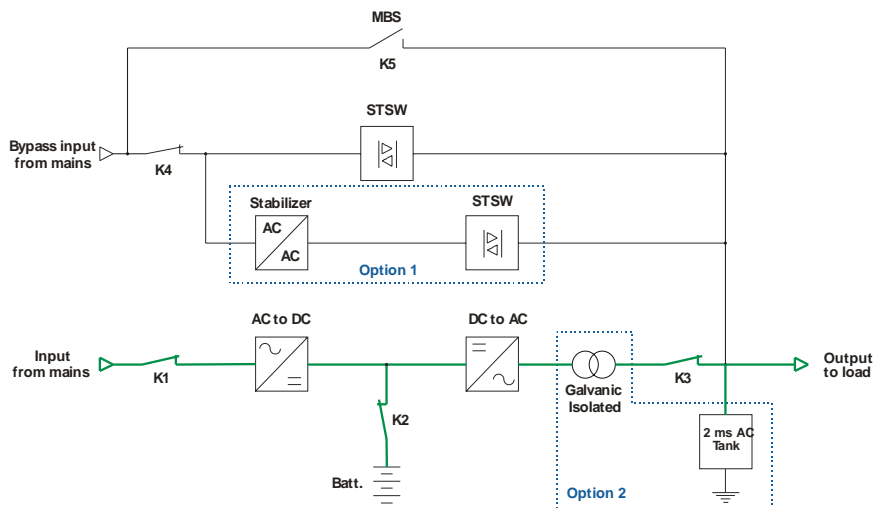


شکل ۶

۴.۲. Double Conversion Mode:

اگر مؤلفه‌های برق ورودی مسیر بای‌پس به گونه‌ای تغییر نماید که خارج از رواداری‌های مجاز تعریف شده باشد، سیستم به سرعت به مد Double Conversion سوئیچ می‌کند و در این حالت رکتیفایر برق ورودی را به DC تبدیل کرده و سپس اینورتر آن را به AC تبدیل می‌نماید و از این طریق بار تغذیه می‌گردد. در شکل ۷ مسیر جریان در حالت دابل کانورژن نمایش داده شده است.

در این حالت رکتیفایر از طریق کانورتور دو طرفه باتری را شارژ می‌نماید.

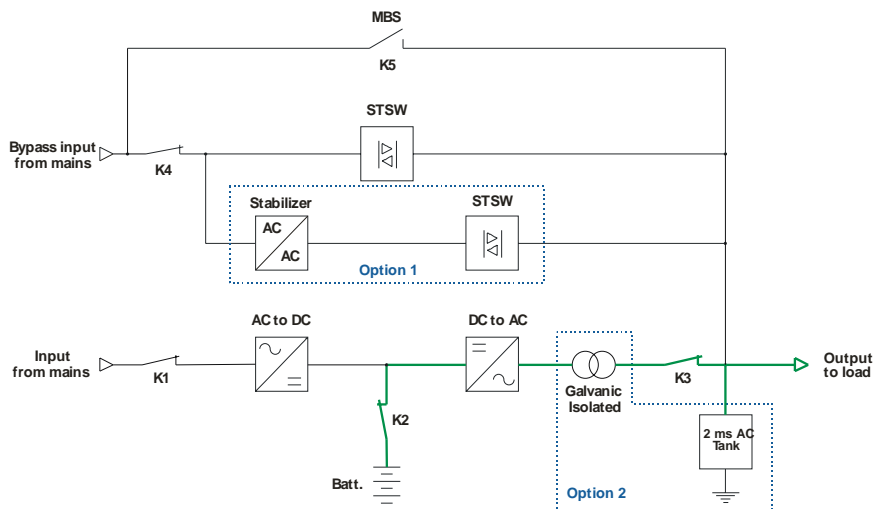


شکل ۷

در صورت مناسب شدن برق ورودی سیستم مجدداً به حالت نرمال بر می‌گردد.

۴.۳. Battery Mode:

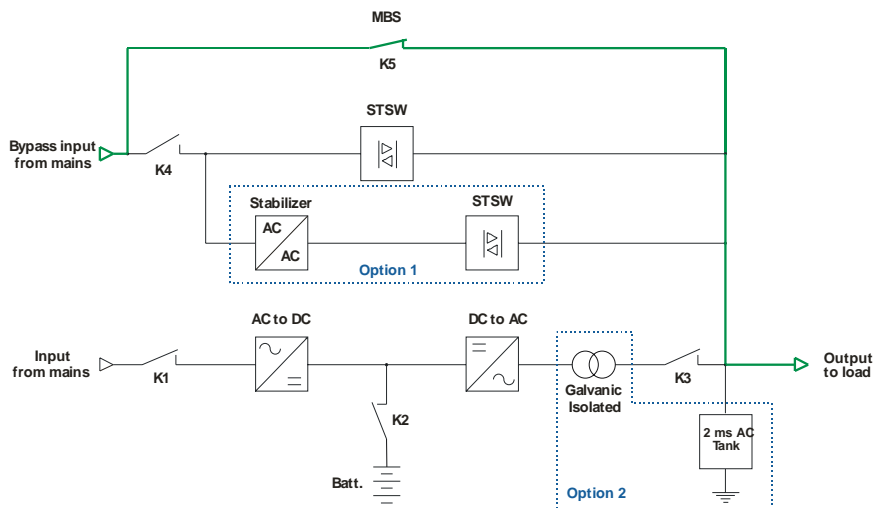
در این حالت اگر تغییرات مؤلفه‌های برق ورودی خارج از رواداری‌های مجاز تعریف شده رکتیفایر خاموش شده و جریان بار بدون وقفه از مسیر اینورتر و باتری تأمین می‌گردد.



شکل ۸

MBS Mode.F.F

در شرایطی که سیستم احتیاج به تعمیرات داشته باشد با وصل کلید MBS به صورت Make Before Brake برق ورودی به خروجی متصل شده و امکان خاموش کردن کل سیستم و انجام تعمیرات بر روی سیستم فراهم می‌شود. در این حالت ولتاژ برق شهر بدون وجود هیچ فیلتر و رگولاسیونی به بار وصل می‌شود و تمامی تغییرات ورودی در خروجی ظاهر می‌گردد.



شکل ۹

همانگونه که تشریح گردید یوپی اس Mode-Multi قادر است در شرایط مختلف بهترین سطح حفاظت را چنان تامین نماید که حتی الامکان از ورود به شرایطی که به دلیل افزایش حفاظت نیاز به کاهش بازده باشد خودداری نموده و به این ترتیب سالانه قادر است صرفه جویی اقتصادی بسیار مناسبی را انجام دهد. برای درک بهتر مطلب به چندین پارامتر اساسی که لازمه عملکرد بهینه یوپی اس است اشاره کرده و مقایسه ای بین توپولوژی های مختلف خواهیم داشت.

1- کارآیی

اولین و حیاتی ترین وظیفه یوپی اس تهیه یک برق مطمئن برای بار است که در راستای انجام این کار یوپی اس باید بتواند افزایش و کاهش ولتاژ ورودی را جبران نموده و بار را نسبت به Spike ها و نویزهای شبکه ایزوله نماید.

1-1 Spike

همیشه در سیستم Spike هایی وجود دارد که دلیل آن می تواند درونی و یا بیرونی باشد که در هر حال این Spike ها نباید به بار برسند. توپولوژی های مختلف روشهای مختلفی در مواجهه با این موضوع دارند که به عنوان مثال یوپی اس های Line Interactive از ورستور جهت انتقال Spike به زمین استفاده می کنند که در شرایط حادثه با انفجار خود مانع از رسیدن Spike به بار می شوند. با توجه به اینکه این یوپی اس ها در توان های بزرگ ساخته نمی شوند و در کنار تجهیزات حفاظت شده قرار می گیرند کمترین مقادیر دمپ کننده Spike برای آنها در نظر گرفته می شود.

در یوپی اس های دابل کانورژن به دلیل فرایند دو مرحله ای تبدیل AC به DC و سپس DC به AC بار از وجود Spike های شبکه مصون است ولی دستیابی به این سطح ایمنی همراه با کاهش بازده و Reliability است که هزینه های بسیار زیادی را به بار می آورد. توجه به این نکته نیز مهم است که یک یوپی اس Double Conversion در حالت Bypass و Eco-Mode تمامی Spike های موجود برق شهر را به بار منتقل می کند.

حالت انتخابی Multi-Mode به دلیل توان های بالا و نزدیکی عملکرد یوپی اس به شبکه، از روش های چند کاناله دمپ کردن Spike استفاده می شود به گونه ای که چندین ورستور موازی در مسیرهای فاز به فاز، فاز به نول و فاز به ارت قرار گرفته اند و در شرایط مقتضی از Gas tube Arrestor نیز استفاده می شود. علاوه به این فیلترهایی متشکل از مدارات سلفی و خازنی نیز در مسیر بار قرار دارد. همچنین این یوپی اس ها

قادرند در زمانی بسیار کوتاه بین ۵۰۰ میکروثانیه تا ۱۸۷۵ میکروثانیه (به صورت قابل تنظیم) به مد دابل کانورژن سوئیچ نمایند و بار را از هر گونه خطر احتمالی مصون نگه دارند.

۲-۱ تغییرات ولتاژ ورودی

ولتاژ شبکه همیشه دستخوش تغییر است به گونه ای که در ساعات پیک مصرف با کاهش مواجه است و در ساعات کاهش مصرف (اواسط شب) با افزایش مواجه می گردد. یکی از پارامترهای مؤثر در میزان تغییرات شبکه ضریب قدرت مصرف کننده‌هایی باشد که در کشورهای مختلف متفاوت است. در ایران متوسط ضریب قدرت مصرف کننده‌ها 0.8 می باشد. یوپی‌اس‌های Passive standby تغییرات ولتاژ ورودی را عیناً به خروجی منتقل می کنند و این کار ادامه دارد تا مادامی که این تغییرات از رواداری مجاز تعریف شده فراتر رود که در این حالت مسیر جریان به سمت باتری تغییر می یابد. بازه رواداری مجاز ولتاژ ورودی با توجه به استاندارد مصرف کننده‌ها در این نوع یوپی‌اس معمولاً $\pm 10\%$ درصد است.

در یوپی‌اس‌های Line Interactive به دلیل وجود تثبیت کننده ولتاژ در مسیر، بازه رواداری ورودی افزایش پیدا می کند ولی در هر حال در صورت تخطی ولتاژ ورودی از بازه تعریف شده، جریان بار به سمت اینورتر و باتری تغییر می یابد. این مورد باعث کاهش کارایی و همچنین در صورت تداوم تغییرات در طی زمان، طول عمر باتری می گردد.

در یوپی‌اس‌های دابل کانورژن تغییرات ولتاژ خروجی مصون از تغییرات ورودی است و معمولاً بین یک تا سه درصد می باشد که البته دابل کانورژن هزینه‌های زیادی به بار می آورد که شرح آن قبلاً به اطلاع رسیده است.

در یوپی‌اس Multi-Mode ولتاژ ورودی مستقیماً یا به وسیله تثبیت کننده ولتاژ به بار منتقل می گردد. لازم به ذکر است که تغییر مسیر جریان در حالت تغییرات استابلایزر به مسیر دابل کانورژن منتقل می شود نه به مسیر باتری و این خود باعث افزایش کارایی و طول عمر باتری می گردد.

در صورتی که با توجه به وجود استابلایزر در مسیر تغذیه، باز هم تغییرات ولتاژ و فرکانس و هارمونی‌ها و میزان تغییرات آنها نسبت به زمان خارج از رواداری مجاز باشد یوپی‌اس در کمترین زمان ممکن به مد دابل کانورژن می رود که در مد دابل کانورژن نیز بسته به ضریب قدرت که در ۷ حالت مختلف ذیل قابل انتخاب و ست کردن است حد پایین ولتاژ ورودی بین 38% تا - 10% می باشد.

الف: ضریب قدرت خروجی نامی 0.7: حد پائین ولتاژ معادل 400V- 38%

ب: ضریب قدرت خروجی نامی 0.8: حد پائین ولتاژ معادل 400V- 29%

ج: ضریب قدرت خروجی نامی 0.85: حد پائین ولتاژ معادل 400V- 24%

د: ضریب قدرت خروجی نامی 0.9: حد پائین ولتاژ معادل 400V- 20%

ه: ضریب قدرت خروجی نامی 0.95: حد پائین ولتاژ معادل 400V- 15%

و: ضریب قدرت خروجی نامی 1: حد پائین ولتاژ معادل 400V- 10%

ز: ضریب قدرت خروجی از 0.7 تا 1 (بصورت اتوماتیک): حد پایین ولتاژ معادل 400V from -10% to -38%

همانگونه که ملاحظه می‌کنید بسته به ضریب قدرت خروجی، محدوده قابل قبول ولتاژ ورودی قابل تنظیم است. نکته مهم این است که در مد اتوماتیک دستگاه به صورت هوشمند قادر است تا مد مناسب را انتخاب نماید. مثلاً اگر به یک دستگاه 200KVA فقط 120KVA بار با ضریب قدرت ۹۹٪ متصل گردد در حالت اتوماتیک مد خود را به مد الف تغییر می‌دهد تا بتواند بیشترین بازه قابل قبول ورودی را داشته باشد.

۳-۱ زمان انتقال بین مدهای مختلف

میزان حساسیت بارهای مختلف در حوزه IT نسبت به زمان قطعی ولتاژ متفاوت است و بین ۲ تا ۲۰ میلی ثانیه می‌تواند باشد. یوپی‌اس‌های مختلف زمان‌های انتقال مختلفی دارند که این میزان در یوپی‌اس‌های Passive standby حدود 8ms و در یوپی‌اس‌های Line Interactive حدود 5ms می‌باشد. این میزان تأخیر در یوپی‌اس‌های دابل کانورژن صفر است هرچند که نمی‌توان تأخیر انتقال به مسیر نرمال در حالت Eco Mode را نادیده گرفت.

در یوپی‌اس‌های Multi-Mode به دلیل آماده به کار بودن همیشگی رکتیفایر و اینورتر و همچنین سینک بودن اینورتر با برق ورودی و وجود تانک ذخیره خروجی (optional) AC و استفاده از عناصر نیمه‌هادی (Static switch) میزان تاخیر صفر مطلق است و اگر تانک آپشنال نداشته باشد حداکثر میزان تأخیر بین ۵۰۰ میکرو ثانیه تا ۱۸۷۵ میکرو ثانیه قابل تنظیم است. (توجه داشته باشید که هر چقدر این عدد کوچکتر انتخاب شود میزان حساسیت یوپی‌اس نسبت به ورودی افزایش یافته و ممکن است دفعات زیادتری یوپی‌اس به مد Double Conversion منتقل شود).

۲- قابلیت اطمینان

چندین فاکتور مهم بر قابلیت اطمینان یک یوپی‌اس اثر مستقیم دارند که به صورت خلاصه به برخی از آنها خواهیم پرداخت.

۱-۲ تعداد مسیرها به سمت بار

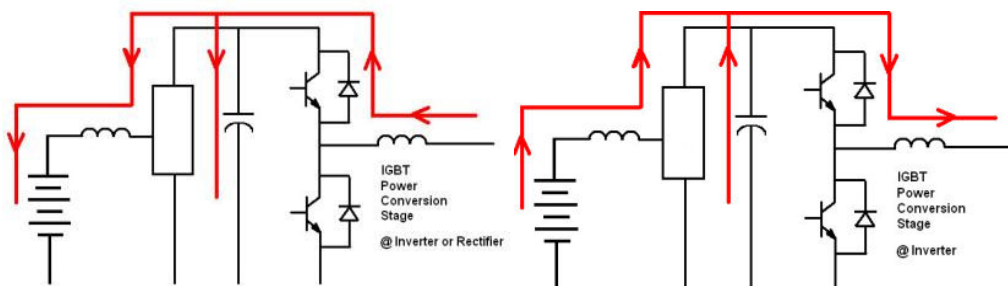
یوپی‌اس‌های Passive standby و Line Interactive دو مسیر به سمت بار دارند که این دو مسیر توسط یک Power interface به بار منتقل می‌شوند که در صورت خرابی Power interface یوپی‌اس در مد باتری قرار می‌گیرد تا انرژی باتری به پایان برسد.

یوپی‌اس دابل کانورژن دارای دو مسیر به سمت بار است که این مسیرها شامل اینورتر و بای پس می‌باشد ولی مسیر تأمین برق اینورتر از دو محل باتری و رکتیفایر تأمین می‌شود.

در یوپی‌اس Multi-Mode یک مسیر MBS نیز به سمت بار وجود دارد. همچنین مسیر بای پس نیز قابلیت وجود استابلایزر را دارد.

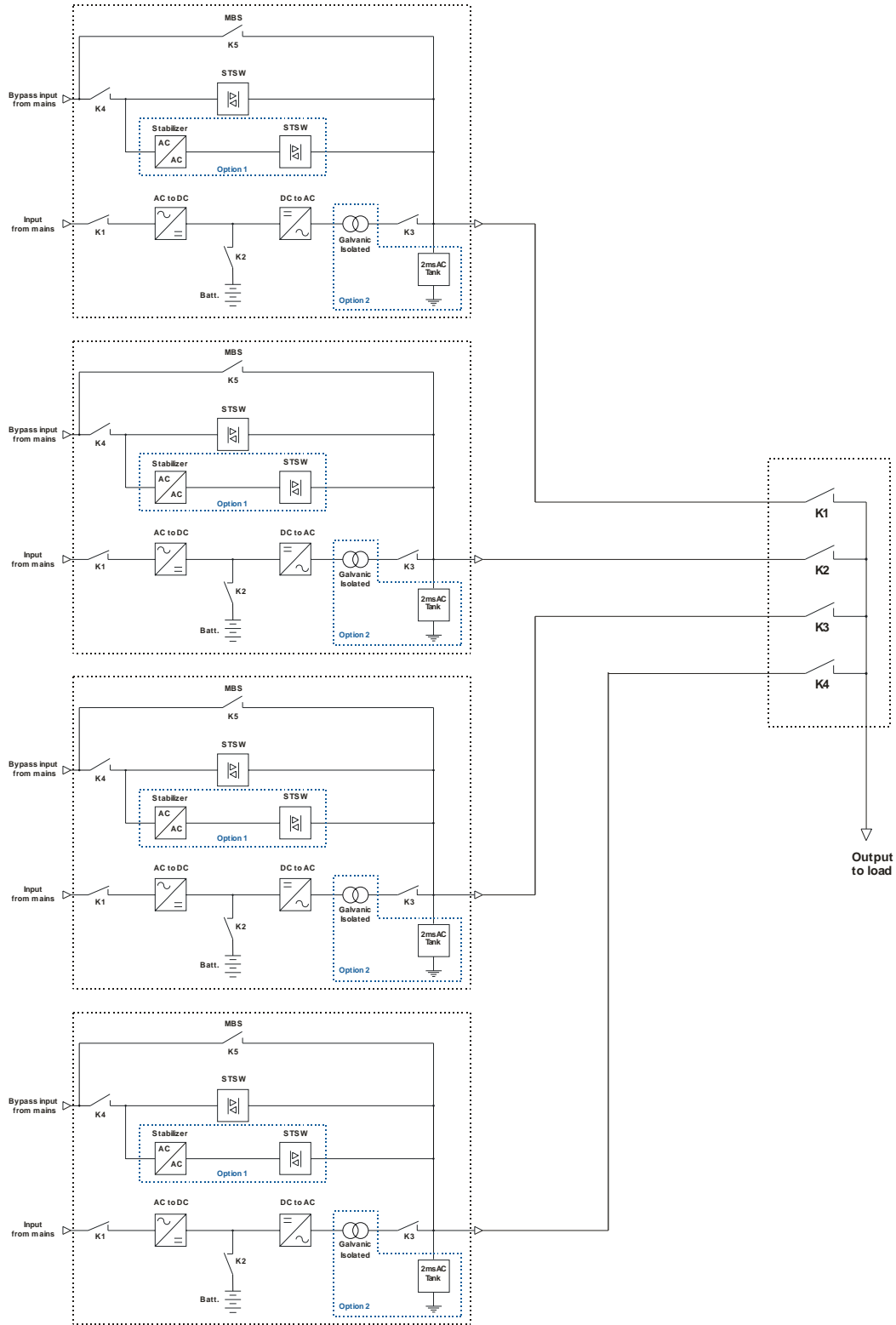
۲-۲ Redundancy

به علت وجود مسیرهای بیشتر به سمت بار و همچنین وجود اینورتر دو طرفه در خروجی که در شرایط نرمال می‌تواند باتری را شارژ کند (علاوه بر وجود رکتیفایر که برای حالت دابل کانورژن استفاده می‌شود) Redundancy در سیستم‌های یوپی‌اس Multi-Mode افزایش یافته است.



شکل ۱۰

همچنین به دلیل اینکه این یوپی‌اس در توان‌های بالا به صورت ماژول‌های پارالل تولید می‌گردد لذا قابلیت Redundancy سیستم به شدت افزایش پیدا می‌کند. علاوه بر آن یک یوپی‌اس که شامل چندین یوپی‌اس به صورت ماژولار است (75KVA) قابلیت موازی شدن با یک مجموعه مشابه خود را دارد که در این حالت بانک‌های باتری می‌توانند هم بصورت مشترک و هم بصورت مجزا باشند.



شکل ۱۱

۲-۲ (Mean Time To Repair) MTTR

متوسط زمان تعمیر دستگاه یک شاخص مهم به حساب می‌آید که یوپی‌اس Multi-Mode به دلیل ساختار ماژولار آن دارای MTTR بسیار پایین می‌باشد.

۲-۴ (Mean Time Between Failure) MTBF

میزان MTBF در یک یوپی‌اس به طور مستقیم با میزان کیفیت قطعات مصرفی و همچنین فشار روی قطعات (میزان کارکرد) ارتباط دارد. از آنجا که گفته شد دابل کانورژن‌ها برق مطمئنی برای بار تأمین می‌کنند ولی تهیه این برق مطمئن هزینه گزافی را به بار می‌آورد یکی از این هزینه‌های گزاف MTBF پائین در این سیستم‌هاست. با توجه به اینکه در دابل کانورژن سیستم (شارژر و اینورتر) همیشه در حال کار و تحت فشار است لذا ساخت یک دابل کانورژن با MTBF بالا بسیار گران قیمت خواهد بود و شاید در برخی موارد به دلیل محدودیت عمر برخی قطعات نظیر فن‌ها این امر غیر ممکن باشد.

در سیستم Multi-Mode علاوه بر آنکه یک برق مطمئن به بار داده می‌شود MTBF نیز بسیار بالاست و دلیل آن این است که تا لازم نباشد از مد دابل کانورژن استفاده نمی‌کند. عدم استفاده از مد دابل کانورژن و استفاده از مد (Energy saver Mode) ESM یا همان مد نرمال این امکان را به یوپی‌اس می‌دهد که شارژر و اینورتر خود را تحت کمترین فشار ممکن نگاه دارد و با توجه به مقدار استفاده کم از فن‌ها در این حالت و یا عدم وصل جریان به بوبین کنتاکتورها طول عمر این قطعات به شدت افزایش پیدا می‌کند و باعث افزایش MTBF سیستم شود.

۲-۵ باتری

باتری یکی از عناصر اصلی و گران یوپی‌اس است که علاوه بر تشکیل دادن درصد قابل توجهی از قیمت سیستم اثرات مخرب زیست محیطی نیز (سرب و نیکل) به دنبال دارد.

در سیستم‌های Passive standby میزان سوئیچ روی مسیر باتری زیاد است و بالطبع عمر باتری کاهش می‌یابد. در سیستم‌های Line Interactive این تغییر کمتر است ولی هنگام تغییر استابلایزر باز هم باتری وارد مسیر می‌گردد. در دابل

کانورژن استفاده از باتری نسبت به دو مورد فوق کاهش می‌یابد و به حالت‌هایی که برق ورودی قطع شده است و یا خارج از رواداری مجاز باشد محدود می‌گردد.

در سیستم **Multi-Mode** این میزان سوئیچ روی باتری باز هم کاهش یافته است زیرا محدوده مجاز قابل قبول ورودی رکتیفایر با توجه به قابلیت انتخاب مدهای مختلف وسیع است. همچنین در این نوع یوپی‌اس در صورت وجود استابلایزر، هنگام تغییر استابلایزر سوئیچ به مسیر دابل کانورژن انجام می‌شود و نه به مسیر باتری که این خود باعث افزایش طول عمر و کارایی باتری می‌گردد. مسئله مهم دیگری که در باتری وجود دارد این است که در یوپی‌اس **Multi-Mode** ولتاژ باتری به انتخاب مشتری بین ۴۴۴ ولت تا ۵۱۶ ولت قابل تغییر است.

این ویژگی به دلیل اینکه معمولاً استپ‌های ظرفیت باتری به فواصل حدوداً ۲۰ درصد تولید می‌شود باعث می‌شود که مجبور نباشیم در برخی موارد ۲۰ درصد باتری اضافه تهیه کنیم. به عنوان مثال اگر محاسبات نشان دهد که در یک یوپی‌اس با ولتاژ باتری ثابت مثلاً ۴۸۰ ولت ۳۹۰ کیلو وات ساعت باتری لازم است و باتری ۲ ولتی استفاده کنیم مجبور خواهیم بود ۲۴۰ سلول ۱۰۰۰ آمپر ساعت بگذاریم چون سلول ۸۰۰ آمپر کم است و بین این دو نیز باتری دیگری وجود ندارد. ولی به راحتی ما می‌توانیم در یو پی اس **Multi-Mode** از ۲۴۴ عدد باتری ۸۰۰ آمپر ساعت استفاده کنیم. و این یعنی جلوگیری از تحمیل معادل ۲۴٪ هزینه بیشتر باتری.

ویژگی مهم دیگر این‌که در صورتی‌که در یک مجموعه باتری یک یا چند عدد باتری خراب شود، معمولاً نمی‌توان فقط سلول‌های خراب را تعویض کرد بلکه باید کل مجموعه باتری تعویض گردد. ولی با استفاده از یوپی‌اس **Multi-Mode** می‌توانیم سلول‌های خراب را حذف نماییم و ولتاژ DC جدید را از طریق پنل یوپی‌اس روی مقدار جدید تنظیم کنیم.

به موارد فوق می‌توان وجود چندین مد شارژ را نیز اضافه کرد که شامل مدهای **Auto Boost, Float, ABM, SCM** و می‌باشد. مد **Auto Boost** در مواردی که برق به کرات و با فواصل کوتاه قطع می‌شود کاربرد دارد و مد **SCM** برای یکنواخت کردن باتری‌ها کاربرد دارد. نکته قابل‌تامل دیگر این است که شارژر یوپی‌اس **Multi-Mode** بصورت هوشمند با توجه به دمای باتری، ولتاژ و جریان شارژ را تنظیم می‌کند که این خود باعث افزایش عمر باتری می‌گردد.

۲-۶ Design Margin

از آنجایی که محاسبه قطعات نیمه‌هادی مورد استفاده در یوپی‌اس **Multi-Mode** جزو گلوگاه‌های حیاتی سیستم می‌باشد و تاثیر مستقیمی بر قابلیت اطمینان سیستم دارد لذا این محاسبات با مارجین ۲۰۰٪ محاسبه می‌شود که بعنوان نمونه محاسبه IGBT برای یک دستگاه 75KVA در ضمیمه قابل مشاهده است.

یوپی‌اس‌های Line Interactive دارای بازده بالایی بین ۹۸ تا ۹۹ درصد بسته به وجود یا عدم وجود استابلایزر هستند ولی یوپی‌اس‌های دابل کانورژن بازده آنها در بهترین حالت و در بار کامل ۹۴ درصد است که با کاهش بار، بازده به شدت افت می‌کند. در سیستم‌های دابل کانورژن هنگام سایزینگ یوپی‌اس معمولاً ۲۰ الی ۳۰ درصد توان به صورت Spare در نظر گرفته می‌شود و این در حالی است که به دلیل افزایش Redundancy یا دو عدد یوپی‌اس ۱۰۰ درصد در نظر گرفته می‌شود و یا به صورت $n+1$ مورد استفاده قرار می‌گیرد. تمام این شرایط باعث می‌شود که هنگام بهره‌برداری عملاً روی هر یوپی‌اس کمتر از ۵۰ درصد بار قرار گیرد و این در حالی است که حداکثر بازده دابل کانورژن‌ها ۹۴ درصد برای شرایط بار کامل است و در شرایط بار ۵۰ درصد بازده تا ۸۰ درصد کاهش می‌یابد. با یک حساب سرانگشتی می‌توان متوجه شد که با این میزان بازده چه مقدار پول و سرمایه مملکت در حال دور ریختن است.

یوپی‌اس Multi-Mode بگونه ای ساخته شده است که به خلاف بسیاری یوپی‌اس‌ها که مجبورند با موازی شدن و استفاده از روشهایی از قبیل (VMMS (Variable module management system) یا نظایر آن بازده خود را افزایش دهند، حتی در ۱۰٪ توان نامی خود بازده بالاتر از ۹۲٪ در مد دابل کانورژن و بیش از ۹۷٪ در مد لاین اینتر اکتیو دارند و بازده آنها از ۵۰٪ ظرفیت نامی به بیش از ۹۴٪ تا ۹۶٪ در مد دابل کانورژن و بیش از ۹۸٪ در مد لاین اینتر اکتیو با استابلایزر و ۹۹٪ بدون استابلایزر می‌رسد. همانگونه که گفته شد یوپی‌اس Multi-Mode قادر است تا در حالت دابل کانورژن بازده را در بیشتر سطح ممکن نگه دارد به گونه ای که با ۲۰ درصد بار نیز بازده حداکثر باشد.

درباره شرکت تحقیقات الکترونیک فطروسی

مرکز تحقیقات الکترونیک فطروسی با اندوخته بیش از ۳۲ سال تجربه در زمینه تحقیقات، طراحی، تولید تجهیزات الکترونیک قدرت و تکنولوژی‌های وابسته و همچنین تحقیقات و طراحی انواع یوپی‌اس از توان 600VA تا 750KVA فعالیت خود را بعنوان یک مرکز تحقیقاتی در پارک فن آوری پردیس دنبال می‌کند. نتایج این تحقیقات در حال حاضر در حداقل ۴۰ مدل مختلف یوپی‌اس که توسط ۱۹ شرکت داخلی و ۶ شرکت خارجی عرضه می‌شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

این تحقیقات و طراحی‌ها نه تنها کاملاً قابل رقابت با انواع خارجی است بلکه در برخی موارد با فاصله چندین سال از سایر تحقیقات جهانی پیش است و در این مسیر همواره محث Energy Saving یکی از مهمترین دغدغه‌های این شرکت بوده است.

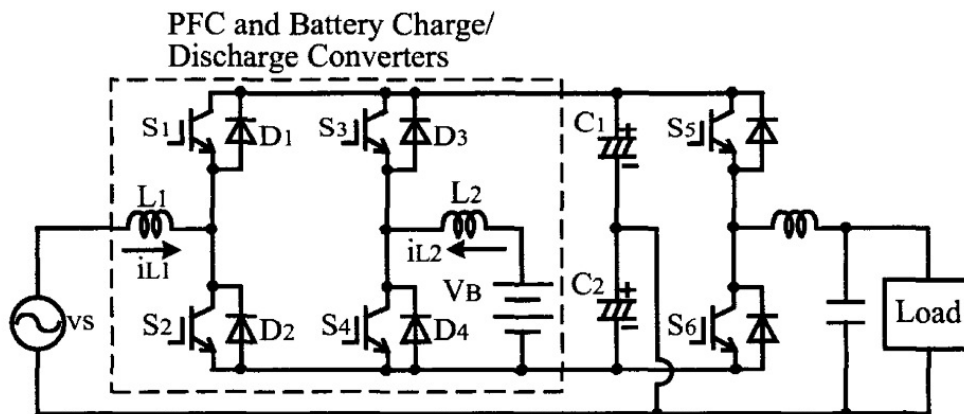
مرکز تحقیقات فطروسی با داشتن پیشینه موفق بنیانگذاران در زمینه الکترونیک قدرت با هدف ادامه این تحقیقات بصورت متمرکز و ایجاد امکانات بهتر در صدور تکنولوژی‌ها و همچنین تحقیقات بر روی انرژی‌های نو فعالیت خود را بعنوان یک مرکز تحقیقاتی به پارک فن آوری پردیس گسترش داده است.

این مرکز در ادامه تحقیقات و پس از معرفی یوپی‌اس پارسی به جهان در سال ۱۳۸۹ و انتخاب آن توسط معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری بعنوان طرح برگزیده سال و پس از تلاش‌های بی وقفه و شبانه روزی دانشمندان این مجموعه، در چهاردهم اسفند ماه سال ۱۳۹۱ از اولین سیستم مولد برق خورشیدی کشور با بازده ۳۴٪ در پارک فناوری پردیس رونمایی کرد. این سیستم در لحظه رونمایی بیشترین بازده خورشیدی دنیا را به خود اختصاص داده است.

شرکت تحقیقات الکترونیک فطروسی همگام با رشد تکنولوژی در حوزه یوپی‌اس در دنیا پیشرو در ارائه محصولات برتر بوده است و از این دست می‌توان به یوپی‌اس‌های Multi-Mode این شرکت اشاره نمود. این یوپی‌اس در تیپ‌های مختلف تولید می‌گردد که در ساده‌ترین نوع آن که همان یوپی‌اس Multi-Mode بدون ایزولاسیون گالوانیک یا Transformer less است مزایای زیادی را می‌توان نسبت به نمونه‌های مشابه اروپای غربی و آمریکایی آن برشمرد که مواردی چند از این دست اشاره می‌شود:

۱. تاخیر زمانی انتقال از مد ESM به Double Conversion در اکثر محصولات خارجی حداقل 2ms است که این تاخیر در یوپی‌اس‌های مرکز تحقیقات الکترونیک فطروسی بدون آپشن تانک ذخیره AC از ۱۸۷۵ میکرو ثانیه تا ۵۰۰ میکرو ثانیه قابل تنظیم است و در صورت استفاده از تانک آپشنال این مقدار به صفر مطلق تغییر می‌کند.
۲. ولتاژ باتری در تمام یوپی‌اس‌های مشابه این محصول ثابت است در حالی که یوپی‌اس Multi-Mode ساخت این مرکز دارای قابلیت انتخاب ولتاژ DC بین ۴۴۴ تا ۵۱۶ ولت است.

۳. یوپی اس Multi-Mode ساخت مرکز تحقیقات الکترونیک فطروسی قادر است ضریب قدرت خروجی نامی را بین ۰/۷ تا ۱ بسته به ضریب قدرت بار انتخاب کند که این خود به یوپی اس این امکان را می دهد که بازه قابل قبول ورودی گسترده ای داشته باشد.
- این در حالیست که مدل های مشابه خارجی دارای ضریب قدرت خروجی ثابت ۰/۹ هستند که اکثر آنها مناسب برق ایران نمی باشد.
۴. قابلیت استفاده از باتری Ni-Cd یکی دیگر از مزیت های یوپی اس Multi-Mode این مرکز است که دستگاه های مشابه خارجی از آن بی بهره اند.
۵. بصورت معمول مدهای شارژر اکثر دستگاه های خارجی ABM و Float است در حالی که یوپی اس Multi-Mode مرکز تحقیقات الکترونیک فطروسی علاوه بر داشتن دو مد فوق دو مد SCM و Auto Boost را نیز دارا می باشد که مد SCM به یکنواخت سازی باتری ها کمک می کند و مد Auto Boost در مواقعی که برق به کرات و در فواصل کوتاه قطع می شود مفید است.
۶. قابلیت اصلاح وضعیت شارژ متناسب با حرارت در یوپی اس Multi-Mode شرکت تحقیقات الکترونیک فطروسی بصورت دیفالت وجود دارد که در دستگاه های مشابه خارجی بصورت آپشنال است.
۷. بدلیل بالا بودن ضریب اطمینان در یوپی اس Multi-Mode این شرکت، قطعات نیمه هادی از جمله IGBT با ۲۰۰ درصد مارجین مورد محاسبه قرار می گیرد که در یوپی اس های مشابه خارجی این عدد ۱۵۰ درصد است که به هیچ وجه مناسب برق ایران نیست.
۸. در یوپی اس Multi-Mode شرکت تحقیقات الکترونیک فطروسی این قابلیت وجود دارد که ولتاژ DC همیشه کمی بالاتر از پیک ورودی یا خروجی (هر کدام که بالاتر بود) قرار می گیرد و این کمک می کند که ماکزیمم بازده حاصل گردد. شکل زیر ساختار Power تک فاز یک یوپی اس را نشان می دهد.

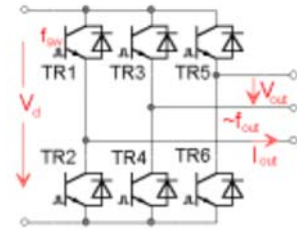


(a) A conventional system with a half-bridge PFC converter and a battery charge/discharge converter

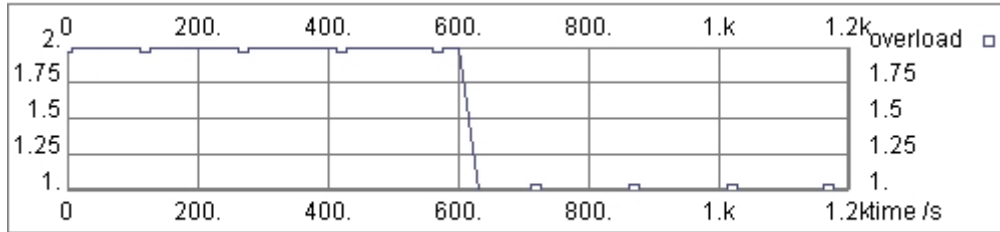
۹. دستگاه Multi-Mode شرکت تحقیقات الکترونیک فطروسی قادر است با ثابت نگهداشتن THDI ورودی کمتر از ۵ درصد، ضریب قدرت ورودی را روی ۹۸ درصد ثابت نگه‌دارد. ایراد دستگاه‌های مشابه خارجی در این است که چون هارمونیک ولتاژ در کشورهای اروپایی و آمریکایی بسیار ناچیز است لذا THDI ورودی پایین مشکلی ایجاد نمی‌کند. حال چون هارمونیک ولتاژ شبکه ایران بالاست در صورتی که جریان کاملا سینوسی از شبکه کشیده شود اختلاف فاز ایجاد می‌شود و این باعث کاهش ضریب قدرت ورودی می‌شود و این درحالیست که اولویت دستگاه‌های ساخت شرکت تحقیقات الکترونیک فطروسی، ضریب قدرت است و شکل موج جریان ورودی به یوپی‌اس تابعی از شکل موج ولتاژ ورودی است.

ضمیمه محاسبه IGBT مربوط به یوپی اس 75KVA

Project: 75KVA UPS
 Topology: DC/AC
 Circuit: Inverter 3 Phases



Circuit:
 V_d 660 V
 V_{out} 400 V
 I_{out} 108 A
 P_{out} 75 kW
 f_{out} 50 Hz
 $\cos(\varphi)$ 1.00
 f_{sw} 6.5 kHz
 $V_{min\ out}$ 382 V
 $f_{min\ out}$ 47.5 Hz
 Overload factor 2
 Overload duration 600 sec



Overload characteristic

Device :
 Product line **SEMITRANS**
 Device **SKM400GB12T4**
 Use maximum values Yes
 Max. junction temperature 175°C

Transistor

$E_{tr} = 75\text{ mJ (@600V)}$
 $V_{CE0.150} = 0.8\text{ V}$
 $r_{C.150} = 4\text{ mOhm}$
 $V_{CE.sat} = 2.40\text{ V}$
 $I_c = 400.00\text{ A}$
 $R_{th(j-c)} = 0.072\text{ K/W}$
 $R_{th(c-s)} = 0.038\text{ K/W}$
 Data set from 2010/12/21

Diode

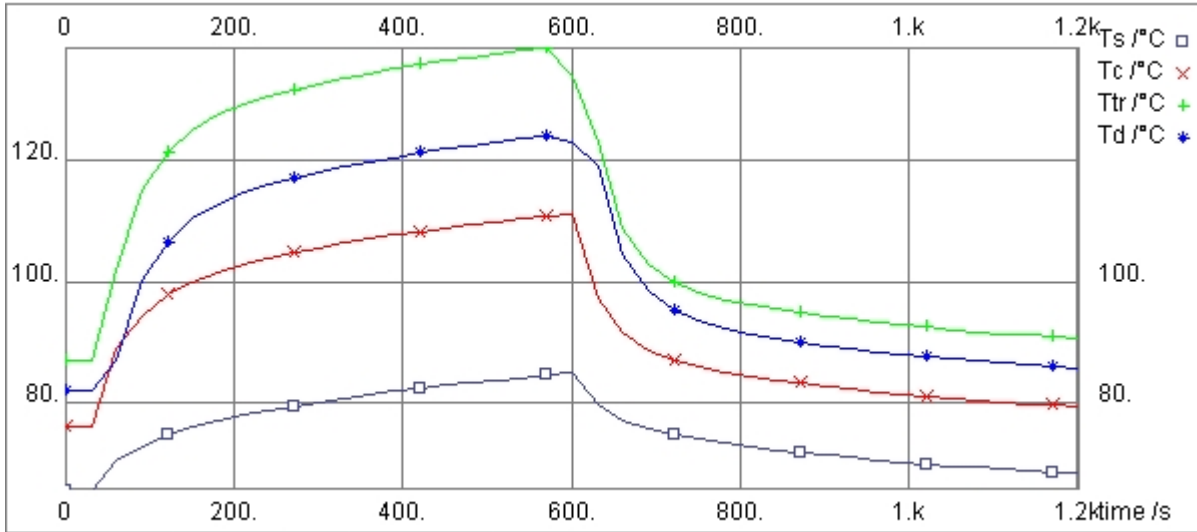
$E_d = 30.5\text{ mJ}$
 $V_{T0.150} = 1.1\text{ V}$
 $r_{T.150} = 3.25\text{ mOhm}$
 $V_f = 2.40\text{ V}$
 $I_f = 400.00\text{ A}$
 $R_{th(j-c)} = 0.14\text{ K/W}$

Cooling:

Ambient temperature 50°C
 Number of switches per heat sink 1
 Number of parallel devices on the same heat sink 1
 Additional power source at this heat sink 0 W
 Predefined SK-Heat Sink P14_120
 Correction factor 1
 Forced Air Cooling, Flow Rate: 80 m³/h
 $R_{th(s-a)}$ 0.112 K/W

Calculated losses and temperatures with rated current, at overload and at $f_{min\ out}$:

	Rated current	Overload	f_{min} and Overload
$P_{cond\ tr}$	55 W	152 W	149 W
$P_{sw\ tr}$	53 W	127 W	127 W
P_{tr}	108 W	279 W	276 W
$P_{cond\ d}$	8.48 W	19 W	22 W
$P_{sw\ d}$	24 W	53 W	53 W
P_d	32 W	72 W	75 W
P_{tot}	140 W	351 W	351 W
	Average Values	Average Values	Maximum Values
T_s	66 °C	85 °C	85 °C
T_c	76 °C	112 °C	111 °C
T_{tr}	84 °C	131 °C	139 °C
T_d	81 °C	121 °C	124 °C



Temperature characteristic overload current during fmin

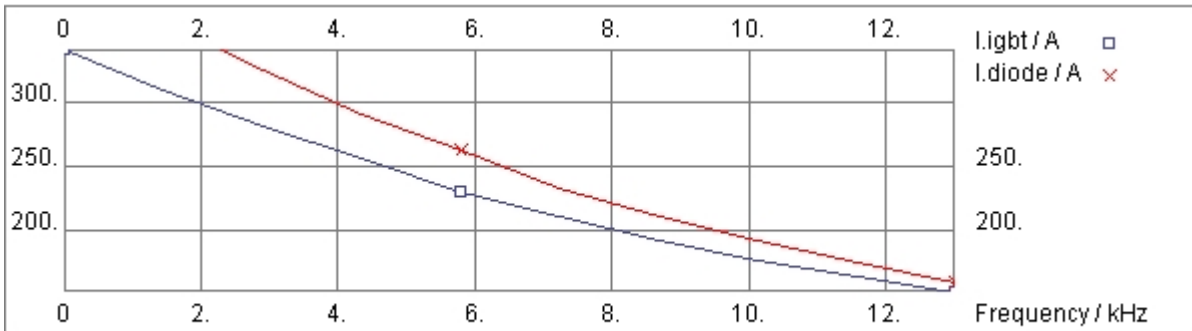
Evaluation:

This configuration works fine.

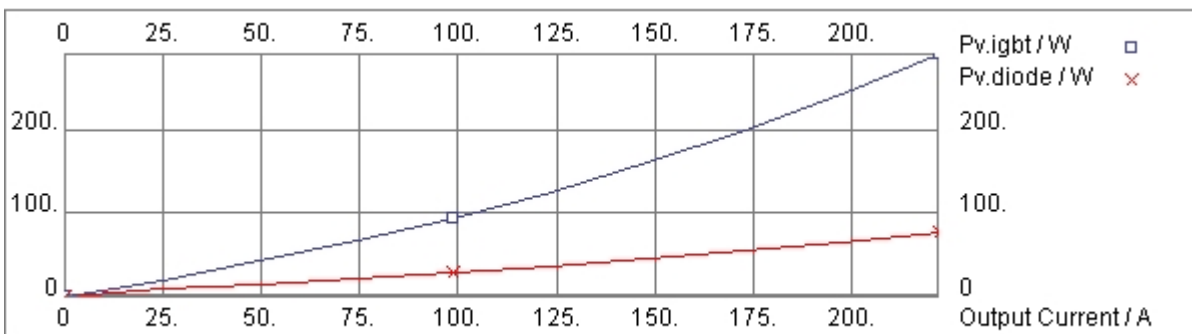
Device driver suggestion

Name	I _{out(av)} /mA	I _{out} /A	V _{isol} /kV	V _{ce max} /V	R _{gmin} / Ohm	Channels
1x SKHI23/12 R	50	8	2.5	1200	2.7	2
1x SKHI24 R	80	15	4.0	1200	1.5	2
1x SKYPER 32 R or SKYPER 32PRO R	50	15	4.0	1200	1.5	2

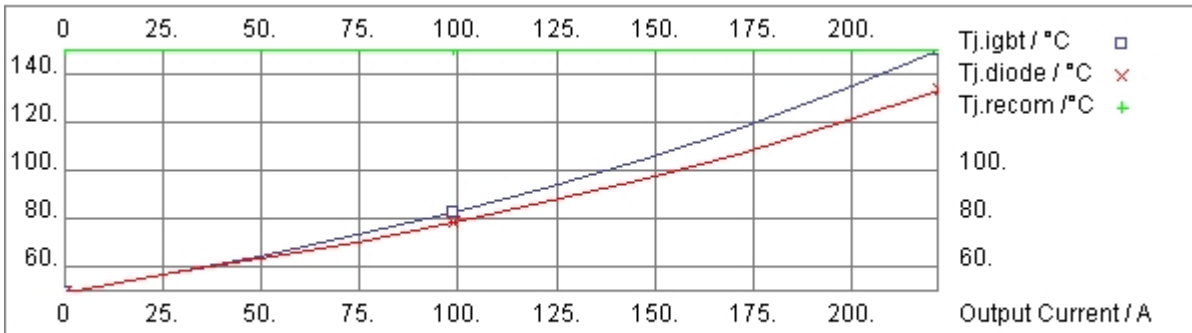
Additional Characteristics at given nominal operation conditions with one free parameter - X:



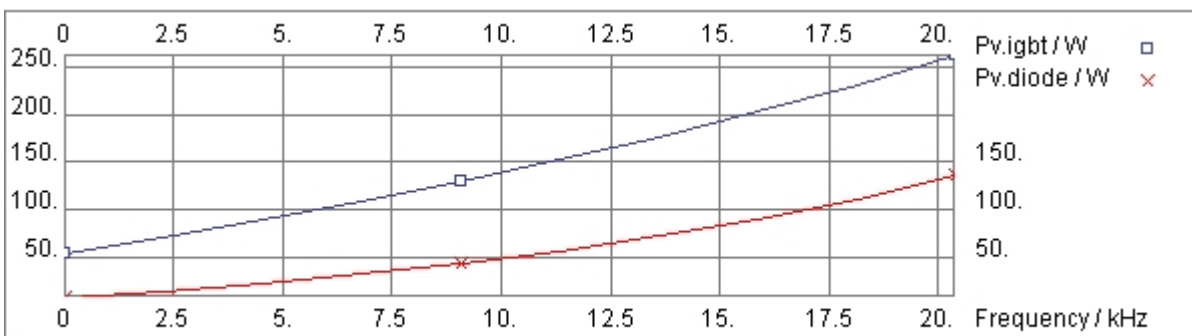
Current as function of switching frequency



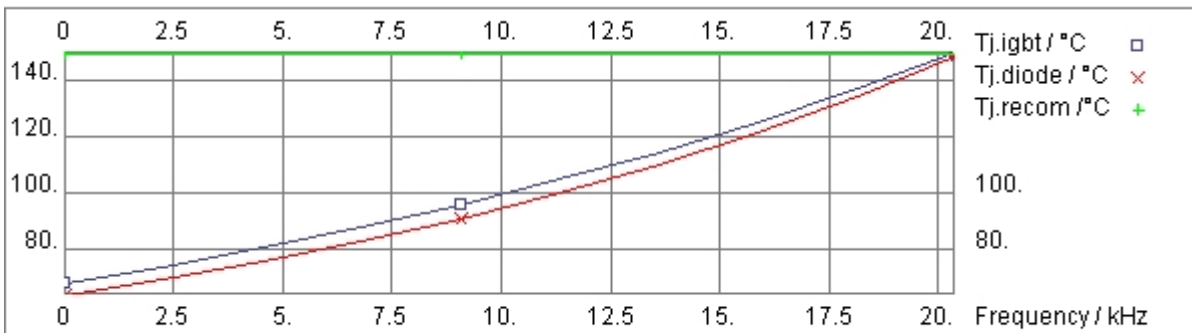
Losses vs. Iout



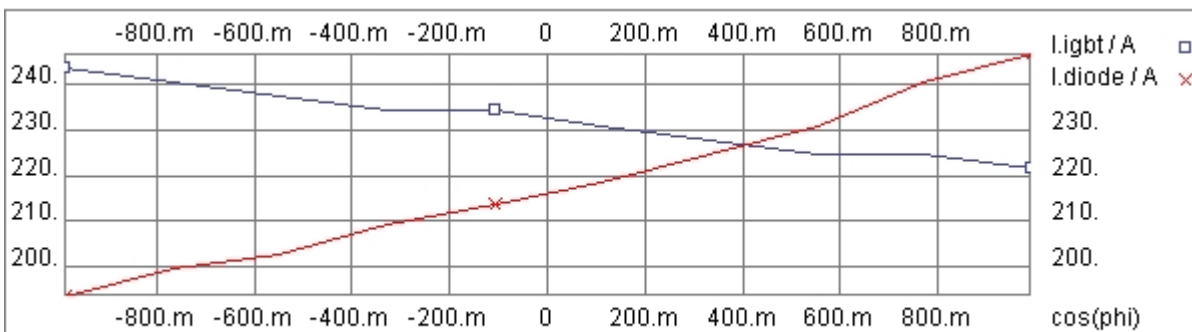
Junction Temperature vs. Iout



Losses vs. switching frequency



Temperature vs. switching frequency



Output current vs. cosinus phi