وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات شرکت ارتباطات زیرساخت	عنوان مقاله: طراحی سیستم تغذیه بدون وقفه برای مراکز داده (بر اساس استاندارد GB50174–2017) تهیه کننده: حامد فرنقی زاد مدرک و رشته تحصیلی: کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت رشته شغلی: کارشناس مسئول نوآوری و نظام پیشنهادها اداره کل/دفتر: اداره کل معماری سازمانی و مدیریت سامانه های اطلاعاتی عنوان حوزه تحقیقاتی مورد نیاز شرکت: UPS، طراحی سیستم توزیع، طراحی مرکز داده شماره ردیف حوزه تحقیقاتی مورد نیاز شرکت: ۸۷
این قسمت توسط دبیرخانه کمیته علمی تکمیل می گردد.	شماره مقاله: حوزه کاربردی:

طراحی سیستم تغذیه بدون وقفه برای مراکز داده
(بر اساس استاندارد GB50174-2017)

کیان ژانگ، کیائو جیانگ، جیانلونگ وو

خلاصه:در این مقاله، ساختارهای معمول سیستم های تغذیه بدون وقفه (یو پی اس - UPS) برای مراکز داده به تفصیل شرح داده شده است. همچنین با ارائه مثال طراحی یو پی اس برای یک مرکز داده نمونه با رتبه A، فرآیندی برای طراحی سیستم یو پی اس معرفی شده است و مدارات پیشنهادی نیز نشان داده شده اند، این مقاله برای کارهای مشابه مرجع قابل توجهی است.

۱- مقدمه:

مرکز داده ساختمانی است که شرایط کار تجهیزات اطلاعاتی الکترونیکی (electronic information equipment) را مهیا می‌کند. یک مرکز داده بر اساس رده‌های قابلیت اطمینان و دسترس‌پذیری بر اساس استاندارد طراحی مرکز داده GB50174-2017[۱] از بالا به پایین به سه رده A، B و C تقسیم می شود. مرکز داده با رده A باید دارای دو منبع تغذیه و یک منبع ذخیره باشد. مرکز داده با رده B باید دو منبع تغذیه داشته باشد و مرکز داده با رده C دارای یک منبع تغذیه است. برای تجهیزات اطلاعاتی الکترونیکی مناسب است که از طریق سیستم‌های تغذیه بدون وقفه تغذیه شوند.[۲] این مقاله بر روی روندهای طراحی ساختار سیستم های یو پی اس در مراکز داده تمرکز دارد.

۲- ساختارهای سیستم‌های بدون وقفه:

سیستم تغذیه بدون وقفه بر اساس میزان قابلیت اطمینان و دسترس پذیری می‌تواند به ساختارهای مختلفی تقسیم شود که در ادامه به آنها اشاره می‌شود.

۲-۱- ساختار ساده:

ساختار ساده به این صورت است که مرکز داده تنها با یک مجموعه سیستم تغذیه بدون وقفه تجهیز شده است. این ساختار دارای مزایایی از قبیل سادگی، هزینه کم، نگهداری آسان و ... می باشد، اما دارای نقاط ضعفی از قبیل دسترس پذیری کم و تعداد زیادتر تک نقطه های شکست (Single Point Failure) می‌باشد. در این ساختار، بار هنگامی که یو پی اس از مدار خارج شوند بدون تغذیه می گردد.

۲-۲- ساختار با افزونگی (Redundancy) با اتصال سری:

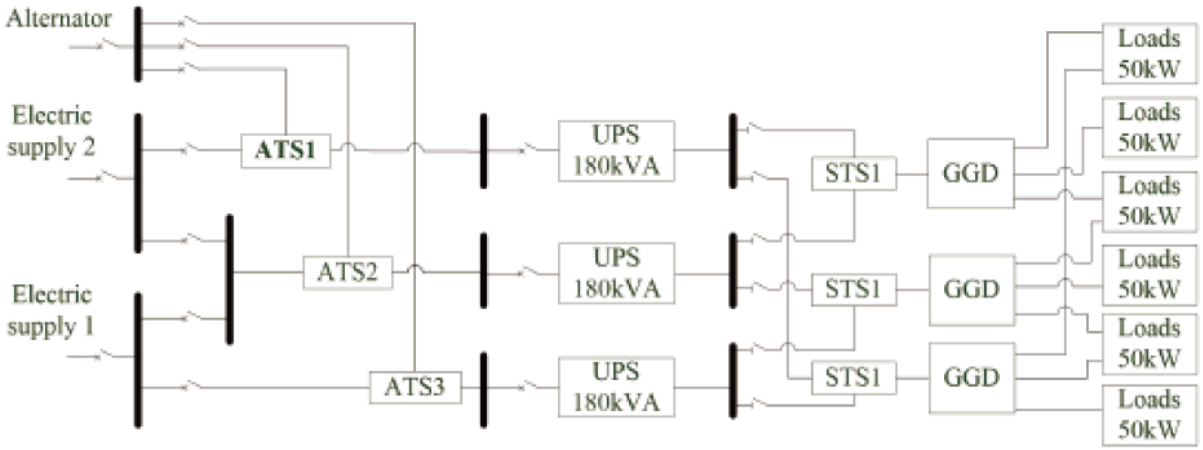
در این ساختار، دو سری یو پی اس به صورت سری با یکدیگر وصل می‌شوند که یکی سیستم اصلی و دیگری سیستم پشتیبان است. در این ساختار، خروجی سیستم پشتیبان به ورودی کلید استاتیک بای پس سیستم اصلی متصل است. سیستم یوپی اس اصلی و پشتیبان کاملا مستقل از یکدیگر هستند و ممکن است ساخته شده در کارخانه های متفاوتی باشند. همچنین در این ساختار ملزومات دیگری برای قابلیت اطمینان سیستم بای پس استاتیک اصلی و توانایی تحمل جهش بار مطرح است.

۲-۳- ساختار با افزونگی چندگانه:

این سیستم متشکل از دو یا بیش از دو مجموعه یو پی اس می‌باشد که به صورت موازی با هم متصل شده و یک سیستم سنکرون موازی را تشکیل می دهند. در این ساختار تمام یو پی اس ها باید از یک تولید کننده بوده و دارای مشخصات فنی و ظرفیت یکسان باشند در این ساختار، در مقایسه با ساختار با افزونگی سری، همه یو پی اس ها همزمان با هم کار کرده و بار را تقسیم می‌کند.

۲-۴- ساختار با افزونگی توزیع شده:

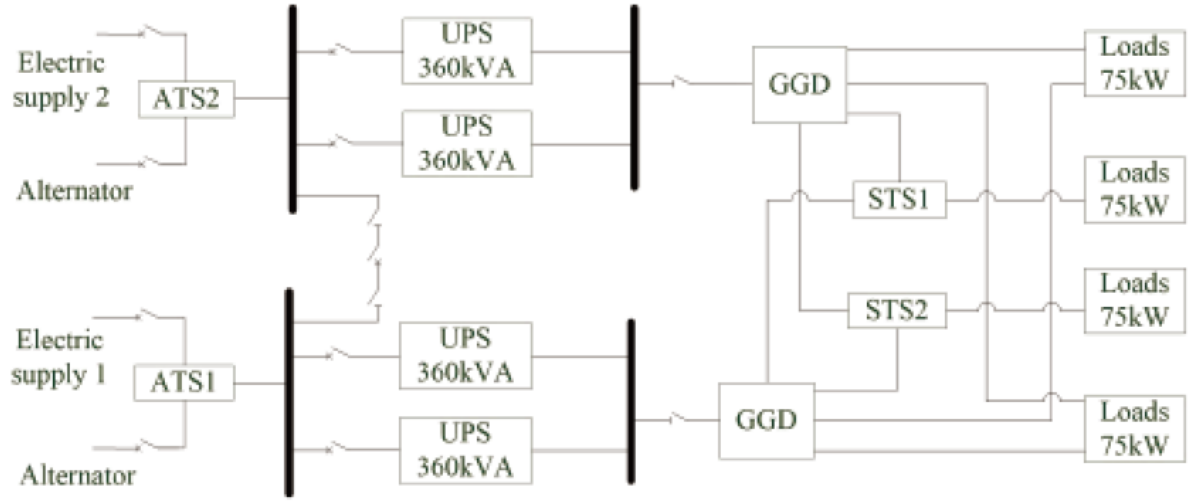
تفاوت اصلی این ساختار در مقایسه با انواع ساختارهایی که در بالا توضیح داده شدند وجود دو مدار مستقل به عنوان منبع توان است. بارهایی که دارای دو ورودی برای دو منبع تغذیه هستند کاملاً از دو منبع مستقل تغذیه شده و بار کلی را بین دو منبع تقسیم می‌کنند. بارهایی که یک ورودی برای تغذیه دارند یک منبع توان دارند از طریق یک کلید واسط (STS) از طریق دو منبع توان تغذیه می‌شوند. در این ساختار میتوان تعمیرات و نگهداری یک سیستم یو پی اس و کلید مربوط به آن را بدون قطع مدار پشتیبان انجام داد. بنابراین این ساختار عملکردی قوی در مقابل خطا از خود نشان میدهد. ساختار افزونگی توزیع شده در شکل ۱ نشان داده شده است.



(شکل ۱- ساختار با افزونگی توزیع شده)

۲-۵- ساختار افزونگی دوگانه:

در ساختار یو پی اس با افزونگی دوگانه ورودی منبع تغذیه از دو باسبار تغذیه می‌شود. در این ساختار، دو باسبار به وسیله یک کلید کوپلینگ به هم متصل می شوند که موجب افزونگی ورودی اصلی هر یک از سیستمهای یو پی اس می‌شود. همچنین خروجی هر یک از باسبارها میتوانند به عنوان دو ورودی در سیستم افزونگی دوگانه استفاده شوند که در نهایت افزونگی ورودی بارها را ایجاد می‌کند. بارهایی که دارای یک منبع تغذیه برای ورودی هستند می تواند به وسیله STS از دو منبع تغذیه تغذیه شوند. این ساختار بهترین عملکرد در مقابل خطا را در میان همه ساختار هایی که تاکنون توضیح داده شده اند دارد. ساختار سیستم افزونگی دوگانه در شکل ۲ نشان داده شده است.



(شکل ۲- ساختار با افزونگی دوگانه)

۳- طراحی سیستم یو پی اس:

۳-۱- انتخاب ساختار سیستم یو پی اس

ساختار سیستم یو پی اس باید بر اساس اهمیت بار، هزینه مورد انتظار، میزان قابلیت اطمینان مورد نیاز، قابلیت نگهداری و موارد مشابه انتخاب شود. ساختاری با قابلیت اطمینان بالا و عملکرد خوب در مقابل خطا باید برای مراکز داده با اهمیت بالا انتخاب شوند و ساختار با قابلیت اطمینان خوب که گراهزینه زیادی نداشته باشد باید برای مراکزی که هزینه بالایی نمی خواهند داشته باشند و ریسک بیشتری را می‌توانند تحمل کنند انتخاب شود. برای مثال ساختار ساده برای مراکز ارتباطی کوچک و کسب و کارهای خرد مناسب اند. ساختار با افزونگی اتصال سری بیشتر برای مراکز ارتباطی و شرکت‌های کوچک و متوسط مناسب هستند و ساختار با افزونگی چندگانه برای شرکت ها و مراکز ارتباطی بزرگ یا متوسط که دارای مرکز داده می‌باشند کاربرد دارد. ساختارهای با افزونگی توزیع شده و افزونگی دوگانه نیز برای شرکت ها و مراکز داده بزرگ مناسب اند.

۳-۲- مشخص نمودن ظرفیت و کمیت یو پی اس:

ظرفیت و کمیت یو پی اس باید بر اساس ساختار سیستم و بار محاسبه شده تجهیزات اطلاعاتی الکترونیکی مشخص شود. اما در هر صورت ظرفیت پایه یو پی اس نباید کمتر از ۱/۲ برابر بار محاسبه شده تجهیزات اطلاعاتی الکترونیکی باشد (P_{js}) که از فرمول ۱ محاسبه می شود. [۳]

$$P_{js} = K_d P_e \qquad \text{(فرمول ۱)}$$

همچنین به طور کلی ظرفیت یو پی اس با توان ظاهری (S_{js}) نشان داده می‌شود که با استفاده از فرمول ۲ محاسبه می-گردد.

$$S_{js} = {P_{js}}\Big/{\cos(\varphi)} \qquad \text{(فرمول ۲)}$$

۳-۳- توضیحات:

برای توضیح بیشتر، طراحی سیستم یو پی اس برای یک مرکز داده با رده A را در نظر میگیریم که در آن کل بار نامی تجهیزات اطلاعاتی الکترونیکی ۳۰۰ کیلووات است. در این سیستم نمونه هم بارهایی با یک ورودی منبع تغذیه و هم بارهایی با دو ورودی برای منبع تغذیه وجود دارند که هر کدام نصف ظرفیت کلی را به خود اختصاص داده اند. ضریب توان یو پی اس ($\cos(\varphi)$) و ضریب دیماند (Kd) نیز ۰/۸ است. همچنین تعداد ورودی شبکه به تعدادی است که می‌تواند نیازمندیهای مرکز داده با رده A را تامین کنند.

واضح است که بر اساس توضیحات داده شده، برای مرکز داده با رده A باید ساختار یو پی اس با افزونگی توزیع شده یا ساختار با افزونگی دوگانه مورد استفاده قرار گیرد که در ادامه هر دو ساختار توضیح داده خواهند شد.

۳-۳-۱- *ساختار با افزونگی توزیع شده:* بار محاسبه شده تجهیزات اطلاعاتی الکترونیکی ۲۴۰ کیلو وات می باشد که با استفاده از فرمول ۱ محاسبه شده است. ظرفیت مبنایی یو پی اس نیز نباید کمتر از ۳۶۰ کیلو ولت آمپر باشد که با استفاده از فرمول ۲ محاسبه می‌گردد. مشاهده می‌شود که سیستم افزونگی توزیع شده از سه مجموعه یو پی اس مطابق شکل ۱ تشکیل شده است. با در نظر گرفتن ظرفیت بالای یو پی اس ها مناسب ترین حالت این است که برای بهبود شاخص های قابلیت اطمینان و دسترس پذیری سیستم از یو پی اس ماژولار استفاده شود. در این طراحی، هر مجموعه یو پی اس ماژولار شامل ۹ تا ۱۰ ماژول می باشد که ظرفیت هر ماژول ۲۰ کیلو ولت آمپر است بنابراین ظرفیت نهایی هر مجموعه یو پی اس ماژولار بین ۱۸۰ تا ۲۰۰ کیلو ولت آمپر خواهد بود.

۳-۳-۲- *ساختار با افزونگی دوگانه:* مشاهده می‌شود که سیستم افزونگی دوگانه چنانکه در شکل ۲ نشان داده شده است از چهار مجموعه یو پی اس تشکیل شده است برای بهبود قابلیت اطمینان و امکان پذیری سیستم همانند مورد قبل از یو پی اس ماژولار استفاده میگردد. هر یو پی اس ماژولار شامل ۹ تا ۱۰ ماژول می باشد که ظرفیت هر یک از ماژول ها ۴۰ KVA است بنابراین ظرفیت مجموعه کامل هر یک از یو پی اس های ماژولار بین ۳۶۰ تا ۴۰۰ کیلو ولت آمپر خواهد بود.

مشخص است که ظرفیت نهایی یو پی اس، تعداد ماژول ها و هزینه ساختار با افزونگی توزیع شده کمتر از ساختار با افزونگی دوگانه است. از طرف دیگر، ساختار با افزونگی توزیع شده پیچیده تر از ساختار با افزونگی دوگانه است که باعث ایجاد مشکلاتی برای فعالیت های مربوط به تعمیرات می‌شود. در مجموع ساختار با افزونگی توزیع شده به علت هزینه پایین تر سیستم برای این مثال مناسب تر است.

۴- نتیجه گیری:

در طراحی سیستم تغذیه بدون وقفه در مراکز داده باید به طور کامل و جامع دسترس پذیری، قابلیت اطمینان، هزینه و ویژگی‌های تجهیزات اطلاعات الکترونیکی و دیگر نکات مربوط به سیستم را در نظر گرفت و انتخابی منطقی از میان ساختارهای ممکن با توجه به نیازهای واقعی داشت.

۵- منابع

[1] Data Center Design Specification [S] Beijing: China Planning Press, 2017:5. (in China)
[2] Wenyan Wu, Shengze Qiang, Jinzhuang Li. Power System and Maintenance of Military Communication System [M]. Beijing: Electronic industry press, 2009: 47. (in China)
[3] Yuanhui Ren, Kaisheng Bian, Jiahui Yao. Distribution Design Manual for Industry and Civilian Use [M].version 4. Beijing: China Electric Power Press, 2016: 3. (in Chinese)