

## سیستم انتقال انرژی الکتریکی در طراحی ساختمان های بیمارستانی بوسیله باس داکت

پرنیا شریفی کارشناس برق شرکت مهندسی مشاور همگون

چکیده:

واژگان کلیدی: بیمارستان، باس داکت، سیستم انتقال

انرژی الکتریکی

مقدمه:

امروزه در کشورهای پیشرفته صنعتی و در صنایع خودروسازی، صنایع نفت و گاز و پتروشیمی، صنایع عمومی، ساختمان های تجاری و اداری بیمارستانها و... به جای استفاده از سیستم سستی و قدیمی کابل، سینی و نردبان کابل و تابلو توزیع جهت انتقال و توزیع برق از سیستم های پیش ساخته الکتریکی موسوم به باسداکت استفاده میگردد. که در قیاس با سیستم سستی مرسوم هم به دلایل فنی و هم به دلایل اقتصادی از امتیازات بسیاری برخوردار است. باسداکت کانال پیش ساخته الکتریکی مدولاری است که بدنه فلزی آن هادیهای مسی ( یا آلومینیومی ) عایق شده را در برمی گیرد و در نوع توزیع، در فواصل مناسب درجه هائی جهت اتصال به تجهیزات الکتریکی تعبیه شده است، قطعات مختلف آن با استفاده از یک بلوک اتصال، از جنبه الکتریکی و مکانیکی به یکدیگر متصل شده و یک خط به اشکال مختلف مورد نیاز را تشکیل می دهد. روی قطعات توزیع بصورت مدولار، پنجره هایی جهت انشعاب پیش بینی شده که انشعاب بصورت کشویی تا 400 آمپر ( سه فاز و نول) و غیر کشویی تا 1250 آمپر را ممکن می سازد.

مزایای عمده سیستم باسداکت:

1. صرفه جوئی چشمگیر در فضا:

باسداکت به علت منسجم بودن و نیز شکل هادیهای آن فضای بسیار کمی را اشغال می نماید (امکان عبور 5000 آمپر سه فاز و نول در یک مجموعه) در صورتیکه کابلها بعلا محدودیت در ظرفیت عبور جریان (حداکثر 500

باس داکت، سیستم انتقال انرژی الکتریکی سازگار با محیط زیست میباشد که در طراحی تاسیسات الکتریکی بیمارستان نیز کاربرد دارد. در واقع باس داکت، کانال فلزی پیش ساخته ای است که شمش های هادی جریان الکتریکی بدون هرگونه پوشش P.V.C در آن قرار دارد. این شمش ها وظیفه انتقال جریان الکتریکی را بر عهده داشته و جایگزین کابل، سینی کابل و در بعضی موارد تابلو های توزیع است و با توجه به ساختار خود امکان انشعاب بصورت کشویی (DROW-OUT) را در فواصل معین در طول خود فراهم میسازد و برای زیر ساخت های ساختمان های Hospital, data centers, Air ports بسیار مناسب میباشد. طراحی سیستم باس داکت بر اساس استاندارد IEC61439-1/-6 جهت پروژه های بیمارستانی این امکان را در اختیار ما قرار میدهد که ایمنی سیستم را بالا برده و همچنین درجه حفاظت IP66, IP55<sup>2</sup> به این امر کمک میکند. همچنین مقاومت در برابر حریق و عوامل خارجی درجه ایمنی بیمارستان طراحی شده را بالا میبرد. همچنین دسترسی آسان از جهت تغییر منبع تغذیه برای مناطق مختلف پزشکی که مورد نیاز است با هزینه کم یکی از مزایای دیگر استفاده از تراکینگ یا (Bus duct, bus way) میباشد. با پیکربندی های مختلف هادی با PE خنثی و اجرای زمین پاک (Clean earth)، دیگر الزامات شبکه را میتوان فراهم آورد و حتی اگر جریان مورد نیاز بالاتر باشد (busbar trunking system) میتواند به عنوان یک بدنه دو گانه استفاده شود.

BUS DUCT<sup>1</sup>

Ingress Protection<sup>2</sup>

اجرا و بروز اثرات نامطلوب حرارتی بر روی یکدیگر می گردد. در عین حال کابل کشی در مسیرهای طولانی و یا ساختمانهای بلند که باید با کابل یکپارچه (یک تکه) بدون قطعه قطعه شدن انجام گیرد، علاوه بر صعوبت نصب، احتمال آسیب دیدن آن را افزایش میدهد.

#### 4. طراحی ساده و سریع :

در طراحی کابل عوامل بسیاری از جمله نحوه قرار گرفتن ، همجواری با سایر کابلها و تعداد ردیف های کابل و سایر عوامل بایستی در نظر گرفته شود در حالیکه در سیستم باسداکت با توجه به عدم وجود این عوامل، طراحی ساده تر و سریعتر انجام میگیرد . ضمناً در باسداکت امکان چرخش با هر زاویه ای وجود دارد در صورتیکه در کابل زاویه خمش محدود کننده است ضمن اینکه در باسداکت امپدانس و راکتانس کمتر بوده و لذا افت ولتاژ کمتری را موجب می گردد.

#### 5. صرفه اقتصادی :

در پروژه های بیمارستانی که تعداد مصرف کننده زیاد میباشد (مشابه مجتمع های مسکونی و تجاری) چنانچه از سیستم سستی کابل و سینی کابل و تابلوی توزیع استفاده گردد ، لازمست که برای هر واحد یا هر بخش از طبقه بیمارستانی یک کابل جداگانه با مقطع حداکثر توان مصرفی در نظر گرفته شود و از آنجایی که هر کابل تنها یک واحد یا یک بخش یا مصرف کننده را پوشش می دهد ضریب همزمانی در آن لحاظ نمی گردد . در صورتیکه با استفاده از سیستم باسداکت دیماندا کلیه واحدها و بخش های بیمارستانی متصل به هر خط با اعمال ضریب همزمانی در محاسبه سطح مقطع باسداکت در نظر گرفته شده و علاوه بر آن ظرفیت رزرو نیز براساس مجموع دیماندها لحاظ می گردد که این امر می تواند در مجموع اختلاف هزینه قابل توجهی را بفع سیستم باسداکت ایجاد نماید و از نظر حجم نیز فضای بسیار محدودی را اشغال نماید.

آمپر در هر رشته ) و نیز به علت محدودیت زاویه خمش در مقایسه با باسداکت فضای بسیار بیشتری را اشغال می نماید و بعنوان مثال در ساختمانهای بلند مرتبه جهت سیستم کابل کشی الزاما باید یک شفت بزرگ را جهت سینی و نردبان کابل و کابل گذاری در آن اختصاص داد. در صورتی که در نصب سیستم باسداکت فضای اشغالی بطور چشمگیری کاهش یافته که با توجه به اهمیت هزینه سرمایه گذاری جهت هر مترمربع فضای اشغال شده در ساختمانها، استفاده از سیستم باسداکت، باعث صرفه جویی اقتصادی قابل توجهی در کل پروژه خواهد شد.

#### 2. تبادل حرارتی سریعتر :

از آنجایی که بدنه باسداکت از فلز می باشد و لذا تبدلات حرارتی شمشهای داخل باسداکت با فضای بیرون؛ خصوصاً در مورد مدل باسداکت کمپکت ، براحتی صورت می گیرد، در صورتیکه در کابل بعلت وجود عایق ضخیم، حرارت در داخل آن حبس گردیده و تبادل به کندی انجام می گیرد به همین علت سطح مقطع مس در کابل بسیار بالاتر بوده و به همین لحاظ قابلیت عبور حداکثر ۵۰۰ آمپر برای هر رشته را دارد. در حالیکه باسداکت قابلیت عبور ۵۰۰۰ آمپرو بیشتر را در سه فاز و نول هر خط دارا می باشد.

#### 3. سرعت و سهولت در نصب

با توجه به پیش ساخته بودن باسداکت و نحوه اتصال کشویی قطعات به یکدیگر، نصب آن به راحتی و در کوتاهترین زمان امکان پذیر می باشد که باعث کوتاه شدن زمان اجرای تاسیسات برقی و در نتیجه کوتاه شدن زمان اجرای کل پروژه خواهد شد. در صورتیکه در سیستم سستی بایستی سینی و نردبان کابل در ابتدا نصب و تعداد بسیار زیادی کابل (بعلت محدودیت ظرفیت انتقال برق توسط کابل ) بر روی یکدیگر و بافاصله مناسب قرار گرفته که این امر موجب صرف زمان زیاد و پیچیدگی در

6. ایمنی و محیط زیست (عمر طولانی تر و غیرسمی بودن عایق)

از آنجایی که بدنه باسداکت فلزی بوده و عایق بکار رفته در آن از نوع فیلم پلی استر با کلاس حرارتی C غیر هالوژنه می باشد لذا عمر باسداکت طولانی تر (حدود 45 سال) بوده و بسیار ایمن تر است و در صورت وجود آتش سوزی اولاً باسداکت موجب گسترش آتش نگردیده و ثانياً هیچگونه گاز مضر آزاد نخواهد نمود. در صورتیکه عایق کابلها به ویژه در مناطق گرمسیر (همانند جنوب ایران) اغلب در فصل گرما خمیری شده که در مقابل ضربه بسیار حساس و آسیب پذیر شده و علاوه بر آن در برابر حیوانات موذی<sup>3</sup> نیز صدمه پذیر می گردد. از طرف دیگر عمر مفید کابلها حدود 15 سال می باشد که پس از این مدت روکش کابل ها دارای پیری عایق شده و بطور طبیعی و یا در اثر کوچکترین ضربه و عوامل مکانیکی دچار ترک های ریز گردیده و از آن محل الکترون ها شروع به خروج (leakage) می نمایند که بعلت پائین بودن میزان آن توسط سیستمهای حفاظتی موجود نیز غیر قابل تشخیص می باشد و نتیجتاً عایق کابل کم کم و خودبخود گرم شده و علاوه بر اینکه موجب افزایش تلفات انرژی می شود، باعث شروع آتش سوزی خودبخود نیز میگردد و طبق آمار رسمی شروع بسیاری از آتش سوزی ها در ساختمانها و منابع از این منبع می باشد. از طرفی به منظور استفاده از کابل لازم است یک شفت بزرگ تکنیک استفاده گردد که این شفت در صورت بروز آتش سوزی بعنوان دود کش عمل نموده و باعث سرایت آتش به کل ساختمان و بالا رفتن سرعت و گسترش آتش سوزی می شود. علاوه بر آن، چنانچه آتش سوزی اتفاق بیفتد (از خود کابل و یا به هر علت دیگر) از عایق PVC کابل گاز کلر آزاد می گردد که این گاز بسیار خطرناک، علاوه بر آسیب دیدگی جدی و مرگ انسانها موجب از بین بردن کلیه تجهیزات نیز خواهد گردید.

7. مقاومت مکانیکی بالاتر:

بعلت بدنه فلزی و کمپکت بودن، مقاومت باسداکت از نظر مکانیکی و شیمیایی بسیار بیشتر از کابل بوده و آسیب پذیری های کابل در اثر برخورد ضربه و خمیری شدن عایق در اثر گرمای محیط و سایر موارد را دارا نمی باشد. باسداکت نوع رزینی دارای درجه حفاظت تا IP68 و کاربری آن در محیطهای خورنده شیمیایی، بسیار مرطوب و انفجاری بسیار مطلوب می باشد.

8. عدم نیاز به نگهداری :

اصولاً سیستم باسداکت نیاز به نگهداری ندارد (Maintenance Free) و علت آن نیز بکار بردن نوعی واشرهای خاص می باشد که در اتصالات بکار می رود، در حالیکه با توجه به آسیب پذیر بودن سیستم سنتی کابل، تابلو توزیع و ترمینالها بایستی در مقاطع منظم زمانی مورد بررسی قرار گرفته و از سلامت آنها اطمینان حاصل شود.

9. قابلیت بازیافت و جابجائی و تغییرات و انعطاف پذیری :

با عنایت به اینکه در پروژه های ساختمانی و یا بیمارستانی با پیشرفت تکنولوژی و نیاز بازار نوع و میزان مصرف دایماً در تغییر می باشد لذا با استفاده از باسداکت امکان تغییرات و توسعه به راحتی و در حداقل زمان ممکن فراهم می گردد. در حالیکه در سیستم سنتی کابل این تغییرات به سادگی امکان پذیر نبوده و به علت عمر کم و نحوه اتصال کابل در اغلب موارد نیاز به تعویض کابل بوده و امکان بازیافت کابلهای قبلی وجود ندارد. در پروژه های بیمارستانی که تغییر بار مصرف کنندگان و نیز طرح توسعه آینده اجتناب ناپذیر است با کاربرد باسداکت های انشعاب دار این امکان فراهم می گردد که با اضافه کردن انشعاب کشویی تا 400 آمپر و یا جداشدن تا 1250 آمپر تغییرات وارده را تامین نمود. در صورتیکه در سیستم سنتی کابل هر نوع جابجای و تغییرات بار مستلزم تغییر طول کابل مربوطه و در حقیقت تعویض کابل در هر جابجائی می باشد.

<sup>3</sup> Corrosion resistance

کاربرد:

با توجه به ساده بودن این نوع باس داکت ها بطور وسیع در سیستم های فشار ضعیف مورد استفاده قرار میگیرند.

جریان نامی:

این نوع باس داکت ها دارای قابلیت حمل جریان تا حدود 6000 آمپر میباشد.

## 2-باسداکت های Segregated

در ساخت این نوع باسداکت ها تمامی فازها در یک محفظه قرار میگیرند با این تفاوت که بین تمامی فازها موانعی قرار میگیرد. موانع فلزی باعث ایجاد شیلدینگ مغناطیسی میگردند و باسبارها را از لحاظ مغناطیسی از یکدیگر مجزا میکنند و در حقیقت شبیه به نوع باسداکت Isolated Phase عمل مینمایند (IPB). محفظه میتواند از جنس آلومینیوم و ... باشد ولی موانع باید همجنس بدنه انتخاب گردند. هدف از استفاده از موانع فلزی تنها پوشاندن فازها در برابر اتصال کوتاه نمیشد. هدف دیگر کاهش اثرات مجاورت یک فاز بر دیگر فازها با کنترل میدان الکتریکی ایجاد شده توسط هادی های جریان درون هر مانع میباشد. در این حالت مانند یک محفظه با چیدمانی میباشد که میدان الکتریکی ایجاد شده توسط هادی را به مقدار قابل توجهی متعادل میکند و همچنین میتواند میدان الکتریکی را در فضا تعدیل نماید.

کاربرد:

این نوع باسداکت ها معمولا برای جریان های نامی بالاتر از 2000 آمپر که دارای هر ولتاژی میباشند کاربرد دارند. این باسداکت ها بیشتر در سیستم های MV مورد استفاده قرار میگیرند و در سیستم های LV کاربرد چندانی ندارند. در سیستم های MV محفظه های دارای جنس غیر مغناطیسی به این دلیل که دارای تلفات آهن بسیار بالا میباشند بیشتر مورد استفاده قرار میگیرند.

10. عدم نیاز به قطعه ضد آتش و سیستم ضد تقطیر: در نوع باسداکت کمپکت با توجه به عدم وجود فاصله هوایی بین هادیها و محفظه اصلی نیازی به استفاده از قطعات سد کننده آتش (Fire Barrier Element) و نیز سیستم گرمایش ضد تقطیر (Anti Calensation) در مناطق و فضاهای مرطوب نمی باشد از دیگر مزایای سیستم باس داکت میتوان به موارد زیر اشاره نمود:

- پایین بودن امپدانس و افت ولتاژ کم
  - آرامش خاطر کارفرمایان، مشاوران، پیمانکاران به دلیل ایمنی بسیار بالای محصول<sup>4</sup>
- استانداردهای استفاده شده در طراحی باسداکت عبارت اند از:

Standards:

Lv Bus Duct : - IEC61349-1  
- IEC61439-6  
- AS3439-2

Mv Bus Duct :-IEC/AS 622710201

انواع باسداکت:

با توجه به نوع کاربرد، باسداکت ها به انواع زیر تقسیم میگردند:

- 1) Non-Segregated
- 2) Segregated
- 3) Isolated phase

### 1-باس داکت Non-Segregated

در ساخت این نوع باس داکت ها فازها در یک محفظه فلزی با فاصله مناسب قرار میگیرند و در این حالت هیچ مانعی (barrier) بین فازها وجود ندارد.



قابلیت اجرای سیستم اتوماسیون بر روی باسداکت:

در باسداکت ها میتوان با استفاده از توپولوژی Power Line Carrier و استفاده از Tap off Box های آدرس پذیر به طور کامل خروجی های باسداکت را مدیریت نمود. همچنین در سیستم اتوماسیون باسداکت های قدرت میتوان تمامی Tap off box ها را مدیریت نمود و با استفاده از یک Network Analyzer که بروی Tap off نصب میگردد اطلاعات بار مصرفی را به صورت آنلاین و از راه دور مانیتور نمود. همچنین میتوان کلید داخل Tap off ها را قطع یا وصل کرد. با استفاده از این سیستم میتوان دمای نقاط اتصال باسداکت را نیز به صورت لحظه ای بررسی نمود.



سیستم سنتی استفاده از کابل و سینی کابل

سیستم باسداکت:

- امکان حذف نیم طبقه زیر پست ترانس و کاهش هزینه های ساختمانی مربوطه
- از بین بردن خطرات آتش سوزی کابل های ارتباطی بعلت غلاف فلزی اطراف هادیها
- قابلیت نصب کلیه اجزاء برقی پست ترانس در یک طبقه
- کاهش ابعاد پست برق علاوه بر کاهش ارتفاع ذکر شده در بند فوق
- نوع عایق هالوژنه بوده و لذا در آتش سوزی گاز سمی تولید نمیکند

اجزاء سیستم انتقال برق در بیمارستانها:

- پست ترانسفورماتور
- تابلوی اصلی
- حدفاصل پست تا رایزر
- رایزر
- توزیع در طبقات

پست ترانسفورماتور

- سیستم سنتی استفاده از کابل و سینی کابل
- سیستم باسداکت

سیستم سنتی استفاده از کابل و سینی کابل:

در صورتیکه از کابل، سینی کابل بعنوان رابط ترانس و تابلو استفاده شود، بعلت تعداد زیاد کابل های مورد نیاز معمولا نیم طبقه و یا حداقل کانال های عبور کابل حد فاصل ترانس و تابلو ضروریست و یا در پیک بار بخصوص در روزهای گرم تابستان عایق ها بعلت رسیدن به حد خمیری در مقابل ضربه بسیار حساس میشوند.



کاربرد در پستهای برق-اتصال ترانس

### رایزر:

انتقال انرژی الکتریکی بصورت قائم جهت برق رسانی به طبقات و بخشهای مختلف بیمارستانی نیز تاکنون بصورتهای مختلف زیر صورت می گرفته است.

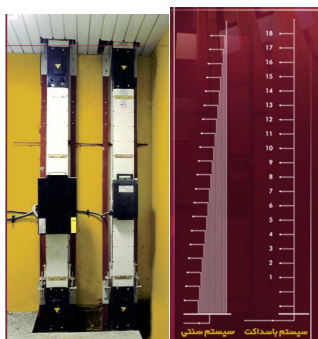
- سیستم سنتی یعنی کابل و سینی کابل
- سیستم پیش ساخته یا باسداکت

سیستم سنتی:

در سیستم سنتی با توجه به تعداد و حجم بالای کابلها، رایزر و یا شافت ایجاد شده جهت دسترسی و اتصال و آرایش کابلها، نیاز به فضای بیشتری دارد که در هنگام آتش سوزی بصورت دودکش در جهت توسعه آتش و سرایت دادن آن به سایر طبقات عمل میگردند. لذا ضابطه ضدآتش کردن دیواره شافتها در طبقات مطرح می باشد. این ضابطه با در یا دریچه های دسترسی و پنجره های بازدید به این شافتها در طبقات تناقص ایجاد میکند و ضد آتش شدن آنها را ضروری می سازد، در نتیجه هزینه احداث شافت افزایش می یابد. مضافا در شافت عمودی یکسره، اگر آتش سوزی در خود کابلها صورت گیرد غالب کابلهای موجود آن آسیب می بینند و می بایست همه و یا غالب آنها جایگزین شوند.

سیستم پیش ساخته-باسداکت

باسداکت در رایزرها جایگزین سینی کابل و کابل و حفاظت و تابلوی توزیع در طبقات می گردد. مقایسه دو سیستم در شکل زیر نشان داده شده است.



مقایسه دو سیستم



کاربرد در پستهای برق-اتصال ترانس

### رابط پست تا رایزر:

انتقال انرژی الکتریکی در حد فاصل پست و در واقع از تابلوی اصلی ورودی تا رایزر ساختمان ممکن است به یکی از دو صورت زیر صورت پذیرد:

- سنتی یعنی کابل و سینی کابل
- پیش ساخته یا سیستم باسداکت

سنتی یعنی کابل و سینی کابل:

معمولا در پروژه های بیمارستانی با توجه به اینکه پست برق به عنوان یک ساختمان مجزا در نظر گرفته میشود و حجم کابلها زیاد میباشد، جهت انتقال کابلها به ساختمان اصلی از کانال آدم رو استفاده می شود. بعضا این کانالها از کنار موتورخانه ها عبور کرده و لوله های اصلی تاسیساتی نیز در این کانالها تعبیه میشوند که خطرات ناشی از نشستی لوله های تاسیساتی و یا آتش سوزی و آزاد شدن گازهای سمی ناشی از سوختن عایق PVC روی کابلها، پروژه را تهدید میکند.

سیستم پیش ساخته الکتریکی:

حجم اشغالی برای عبور آمپراژ یکسان بسیار کمتر است و در نتیجه تداخل با سیستم های تاسیساتی و خطرات ناشی از آن به مراتب کاهش می یابد.

**نتیجه گیری:**

باتوجه به حجم بسیار کم باسداکت، در نتیجه سطح زیربنای مورد نیاز برای شافتها به شدت کاهش می یابد. مضافاً مسئله عدم انتقال آتش سوزی، بسته بودن کف طبقات باتوجه به ابعاد کمتر باسداکت بسادگی امکان پذیر و رعایت میگردد. همچنین به جای یک کابل یکسره از قطعات مدولار که مدولاسیون آنها حداکثر به اندازه یک طبقه بوده استفاده میگردد. در نتیجه اگر بطور مثال در یک یا چند طبقه آتش سوزی اتفاق بیفتد و به آنها آسیب برساند، در همان چند طبقه جایگزین شده و نیازی نیست مشابه کابل، از ابتدا تا انتها جایگزین گردد. نهایتاً سرعت ساخت و ایمنی و سایر خصوصیات ذکر شده باعث می شود که جهت پروژه های بیمارستانی که از حساسیت بالایی برخوردار هستند جهت انتقال جریان الکتریکی از ترانسفورماتور تا رایزر و نهایتاً مصرف کننده ها از باس داکت استفاده گردد.

**منابع**

1. مبحث سیزدهم از مقررات ملی ساختمان  
سیستم های جریان های ضعیف
2. ABB Busduct System(LV &MV)
3. Siemen \_Application Models For  
Power Distribution Hospital