

بناام خدا

طراحي سيم كشي و ماشين هاي الكتريكي

تهيه و تنظيم : مهندس فردين محمودي

بررسی سیم و کابل

مقدمه:

با توجه به اهمیت انتقال انرژی و مبادله داده‌ها و اطلاعات در عصر حاضر، شناخت محیط‌های مختلف برای انتقال داده و انرژی نیز بسیار اهمیت دارد.

محیط‌های گوناگونی از قبیل امواج رادیویی مایکروویو، کابل‌های نوری و کابل‌های کواکسیال و ... زمینه‌هایی برای انتقال داده‌هاست.

در این میان گاهی اوقات برای اتصال نقاط به یکدیگر از کابل‌های نوری زیردریایی استفاده می‌شود.

در موارد خاصی به شرح زیر، از کابل‌های زیر دریا (زیر آب) برای انتقال انرژی الکتریکی استفاده می‌شود:

۱- اتصال یک جزیره به شبکه برق کشور؛



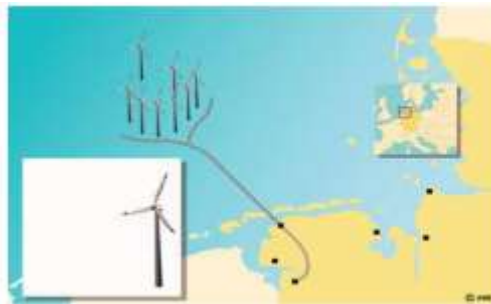
شکل ۱

۲- اتصال دو جزیره مجاور؛



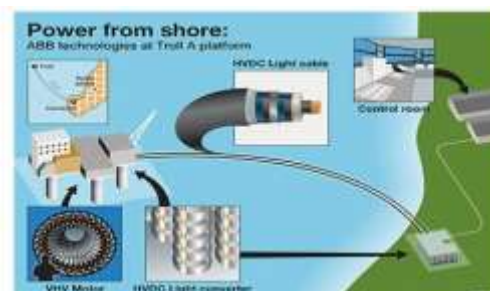
شکل ۲

۳- انتقال برق تولیدی حاصل از نیروگاه‌های بادی دریایی؛



شکل ۳

۴- اتصال سکوها‌های نفتی و حفاری مستقل در دریا به همدیگر یا به خشکی؛



شکل ۴

۵- انتقال برق برای مصارف ربات‌های زیر آبی و نورپردازی زیر آب؛

۶- انتقال برق در نیروگاه‌های آبی که دارای ژنراتورهای مستقر در محفظه‌ای در زیر آب هستند.

شکل ۵ نمایی از کابل‌های زیر دریایی فیبر نوری را در منطقه خاورمیانه نشان می‌دهد.



شکل ۵

سیم در سیم‌کشی ساختمان و شناورها ارتباط الکتریکی بین تجهیزات الکتریکی را برقرار می‌سازد. انتخاب سیم مطابق استاندارد و جداول مربوطه است. سیم‌ها در انواع سیم مفتولی، سیم افشان و سیم رشته‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سیم‌های مفتولی

هادی این نوع سیم‌ها از مس استاندارد شده با پوششی از ماده پی وی سی است. ولتاژ اسمی سیم، ۴۵۰/۷۵۰ ولت است و برای جریان‌های مختلف، با سطح مقطع‌های ۱/۵ تا ۲۴۰ mm^۲ ساخته می‌شود. این سیم برای مصرف در تابلوهای برق و تأسیساتی که به طور ثابت

نصب می‌شوند، در نقاط خشک، در داخل لوله، روی دیوار، داخل دیوار و خارج از آن (با استفاده از مقره) کاربرد دارد و استفاده از آن در داخل دیوار به طور مستقیم مجاز نیست. در جدول زیر مشخصات سیم‌های مفتولی نشان داده شده است.

وزن تقریبی	حداکثر مقاومت هادی در 20°C	حداقل دمای مقاومت عایقی در 70°C	میانگین قطر خارجی		ضخامت عایق	گروه هادی	سطح مقطع نامی هادی
Kg/km	Ω/km	$\text{M}\Omega/\text{km}$	حد بالا mm	حد پایین mm	mm		mm^2
۸	۳۶	۰/۰۱۵۰	۲/۳	۱/۹	۰/۶	۱	۰/۵
۱۱	۲۴/۵	۰/۰۱۲۰	۲/۵	۲/۱	۰/۶	۱	۰/۷۵
۱۴	۱۲/۱	۰/۰۱۱۰	۲/۷	۲/۲	۰/۶	۱	۱
۲۰	۱۲/۱	۰/۰۱۱۰	۳/۲	۲/۶	۰/۷	۱	۱/۵
۲۲	۷/۴۱	۰/۰۱۰۰	۳/۴	۲/۸	۰/۷	۲	۱/۵
۳۱	۷/۴۱	۰/۰۱۰۰	۳/۹	۳/۲	۰/۸	۱	۲/۵
۳۳	۷/۴۱	۰/۰۰۹۰	۴/۰	۳/۳	۰/۸	۲	۲/۵
۴۶	۴/۶۱	۰/۰۰۸۵	۴/۴	۳/۶	۰/۸	۱	۴
۴۸	۴/۶۱	۰/۰۰۷۷	۴/۶	۳/۸	۰/۸	۲	۴
۶۶	۳/۰۸	۰/۰۰۷۰	۵/۰	۴/۱	۰/۸	۱	۶
۶۹	۳/۰۸	۰/۰۰۶۵	۵/۲	۴/۳	۰/۸	۲	۶
۱۰۵	۱/۸۳	۰/۰۰۷۰	۶/۴	۵/۳	۱/۰	۱	۱۰
۱۱۰	۱/۸۳	۰/۰۰۶۵	۶/۸	۵/۷	۱/۰	۲	۱۰

سیم‌های افشان

ساختمان این نوع سیم مانند سیم‌های مفتولی و نیمه افشان است. ولتاژ اسمی آن ۳۰۰/۵۰۰ ولت و قابلیت انعطاف نسبت به سیم‌های نیمه افشان بیش‌تر است. در جدول زیر مشخصات سیم‌های افشان نشان داده شده است.

مشخصات سیم‌های افشان

وزن تقریبی	حداکثر مقاومت هادی در 20°C	حداقل مقاومت عایقی در 70°C	میانگین قطر خارجی		ضخامت عایق	سطح مقطع نامی هادی
KG/KM	Ω/km	$\text{M}\Omega/\text{km}$	حد بالا mm	حد پایین mm	mm	mm^2
۹	۳۹	۰/۰۱۳۰	۲/۵	۲/۱	۰/۶	۰/۵
۱۱	۲۶	۰/۰۱۱۰	۲/۷	۲/۲	۰/۶	۰/۷۵
۱۴	۱۹/۵	۰/۰۱۰۰	۲/۸	۲/۴	۰/۶	۱
۲۰	۱۳/۳	۰/۰۱۰۰	۳/۴	۲/۸	۰/۷	۱/۵
۳۲	۷/۹۸	۰/۰۰۹۰	۴/۱	۳/۴	۰/۸	۲/۵
۴۷	۴/۹۵	۰/۰۰۷۰	۴/۸	۳/۹	۰/۸	۴
۶۷	۳/۳۰	۰/۰۰۶۰	۵/۳	۴/۴	۰/۸	۶
۱۱۳	۱/۹۱	۰/۰۰۵۶	۶/۸	۵/۷	۱/۰	۱۰

تعیین سطح مقطع سیم

برای مقایسه مقدار مقاومت و اندازه فیزیکی یک هادی با هادی دیگر به واحد استاندارد نیاز است. برای اندازه گیری قطر یک سیم میلی‌متر و برای طول آن متر واحد مناسبی است.

استاندارد سطح مقطع سیم ها به میلی‌متر مربع است و از آن برای شماره گذاری سیم‌های روکش دار استفاده می‌شود. مثلاً سیم شماره یک و نیم به معنی آن است که سطح مقطع سیم $1/5$ میلی‌متر مربع است.

رنگ عایق‌های سیم

رنگ عایق‌های سیم و کابل

۱- هادی نول (n): اگر مداری شامل نول باشد، عایق آن باید با رنگ آبی مشخص شود (ترجیحاً آبی روشن) و از رنگ آبی روشن نباید برای هیچ یک از هادی‌های دیگر استفاده گردد.

۲- هادی حفاظتی (pe): رنگ زرد / سبز همواره برای شناسایی هادی حفاظتی به کار می‌رود.

۳- هادی حفاظتی خنثی (pen): این هادی دارای دو عملکرد هادی pe (زمین حفاظتی protective Earth) و n (نول) را دارا است.

معمولاً از این هادی در مسافت بین پست های توزیع تا انشعابات برق استفاده می‌شود. در آنجا هادی‌های n و pe ان از هم جدا می‌شوند (سیستم tn-c-s).

عایق هادی pen با رنگ‌های زرد/سبز در امتداد آنها به همراه علامت‌های آبی در دو انتها مشخص می‌شود، یا آنها را با آبی روشن مشخص می‌کنند و در دو انتها از علامت زرد/سبز استفاده می‌شود.

مطابق مبحث ۱۳، رنگ عایق هادی‌های مدارهای توزیع نیرو به شرح زیر است:

- قهوه‌ای و سیاه برای تشخیص فازها در کابل‌ها (در ۳ فاز دو قهوه‌ای و یک سیاه یا دو سیاه و یک قهوه‌ای)؛
- سیاه، زرد و قرمز برای تشخیص فازها (در مدارهای متشکل از هادی‌های تک رشته‌ای)؛
- آبی کم رنگ برای تشخیص هادی خنثی (n) در همه موارد؛
- سبز و زرد (راه راه) برای تشخیص هادی حفاظتی (pe) در همه موارد.

جدول زیر رنگ بندی عایق سیم‌ها را مطابق با استاندارد VDE و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران نشان می‌دهد.

برای شناسایی رنگ عایق سیم‌های کابل، جهت هماهنگ سازی از علامت گذاری جدید روی کابل‌ها استفاده می‌کنند (در جدول‌های زیر این کدها آمده است). هسته‌های رنگی باید به صورت زیر مورد استفاده قرار گیرد. از سبز_زرد باید همواره به عنوان هادی حفاظتی استفاده شود. از این هسته در هیچ کاربرد دیگری نباید استفاده گردد. از هسته آبی به عنوان هادی خنثی استفاده می‌شود. از این هسته می‌توان مطابق نیاز استفاده نمود، اما نه به عنوان هادی حفاظتی. اگر کابل مربوطه به منبع تغذیه سیستم‌های مخابراتی باشد از هسته سبز_زرد باید به طور مشخص به عنوان هادی حفاظتی استفاده شود.

تعداد هسته‌ها	کابل‌هایی با هسته سبز - زرد	کابل‌هایی بدون هسته سبز - زرد
کابل‌هایی برای تاسیسات ثابت		
۱	سبز - زرد	سیاه
۲	سبز - زرد، سیاه	سیاه، آبی
۳	سبز - زرد، سیاه، آبی	سیاه، آبی، قهوه ای
۴	سبز - زرد، سیاه، آبی، قهوه ای	سیاه، آبی، قهوه ای، سیاه
۵	سبز - زرد، سیاه، آبی، قهوه ای، سیاه	سیاه، آبی، قهوه ای، سیاه، سیاه
۶ و بالاتر	سبز - زرد، هسته‌های اضافی سیاه و شماره دار	سیاه و شماره دار
کابل‌های قابل انعطاف		
۱	-	سیاه
۲	-	سیاه، آبی
۳	سبز - زرد، سیاه، آبی	سیاه، آبی، قهوه ای
۴	سبز - زرد، سیاه، آبی، قهوه ای	سیاه، آبی، قهوه ای، سیاه
۵	سبز - زرد، سیاه، آبی، قهوه ای، سیاه	سیاه، آبی، قهوه ای، سیاه، سیاه
۶ و بالاتر	سبز - زرد، هسته‌های اضافی سیاه و شماره دار	سیاه و شماره دار

رنگ	علامت گذاری قدیمی	علامت گذاری جدید
	DIN 47 002	DIN VDE 0293
سیاه	Sw	BK
قهوه ای	br	BN
قرمز	rt	RD
نارنجی	Or	OG
زرد	ge	YE
سبز	gn	GN
آبی	Bl	BU
بنفش	vi	BT
خاکستری	gr	GY
سفید	Ws	WH
صورتی	rs	PK
فیروزه ای	tk	TQ

کابل (Cable)

انتقال انرژی الکتریکی به روش‌های زیر انجام می‌شود:

۱- سیم (Wire) ۲- کابل (Cable) ۳- باسداکت (Bus Duct) ۴- باسبار (شینه)

سیم (Wire) به هادی‌ای اطلاق می‌شود که تک رشته باشد (با روکش یا بدون روکش).

معمولاً به هادی روکش دار تک رشته با مقطع ۱۰ میلی‌متر مربع واژه "سیم" اطلاق می‌شود. و از مقطع ۱۶ میلی‌متر مربع به بالا "کابل" گفته می‌شود. تحمل عایق کابل از سیم بیشتر است.

- هادی‌های تک رشته بدون روکش در هر مقطعی سیم نام دارد. (مثلاً سیم نمره ۴ یا سیم هوایی نمره ۱۲۰ میلی‌متر مربع).
- عایق بندی سیم‌ها می‌تواند از نوع PVC یا پلی اتیلن (PE) باشد. طبق مبحث ۱۳ عایق سیم‌ها باید از نوع PVC باشد.
- هادی مورد استفاده در سیم و کابل‌های برق از نوع افشان و معمولی است.
- جنس هادی سیم‌ها و کابل‌ها از مس (CU) یا آلومینیوم (AL) است. (طبق مبحث ۱۳ هادی سیم‌ها باید از نوع مسی باشد).

عوامل مؤثر در انتخاب سیم و کابل			
۱	ولتاژ نامی	۵	تحمل فشار مکانیکی
۲	حداکثر افت ولتاژ مجاز	۶	شرایط محیطی (دما- رطوبت و ...) و همجواری
۳	ظرفیت جریان دهی هادی	۷	شرایط نصب (نوع نصب)
۴	تحمل جریان اتصال کوتاه	۸	تنش‌های الکترومکانیکی ناشی از اتصال کوتاه

مقاطع استاندارد هادی سیم و کابل بر حسب میلی‌متر مربع به شرح زیر است:

۰/۵-۱/۵-۲/۵-۴-۶-۱۰-۱۶-۲۵-۳۵-۵۰-۷۰-۹۵-۱۲۰-۱۵۰-۱۸۵-

۲۴۰-۳۰۰-۴۰۰-۵۰۰

معمولاً مقاطع بزرگ‌تر از ۳۰۰ میلی‌متر مربع به صورت سفارشی ساخته می‌شوند.

سیم‌های مورد استفاده در تأسیسات برقی ساختمان

ردیف	نوع سیم	کاربرد
۱	NYA (مفتولی) سیم	این نوع سیم با ولتاژ نامی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادی مفتولی از جنس مس نرم شده است که با ماده "پی وی سی" به رنگ‌های مختلف پوشیده می‌شود. این گونه سیم‌ها در تابلوهای برق و تأسیسات نصب ثابت در محیط‌های خشک، در داخل لوله، روی دیوار یا داخل آن به کار می‌رود. استفاده از این نوع سیم به طور مستقیم در داخل دیوار مجاز نیست

۲	سیم NYAF (افشان)	این نوع سیم با ولتاژ نامی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادی افشان از مس نرم شده با پوشش پی وی سی به رنگ‌های مختلف است و در تأسیسات نصب ثابت در محیط‌های خشک در داخل لوله به‌صورت روکار یا توکار به‌کار می‌رود. استفاده از این نوع سیم به‌طور مستقیم در داخل دیوار مجاز نیست.
۳	سیم NYAB (نیمه افشان)	این نوع سیم با ولتاژ نامی ۴۵۰/۷۵۰ ولت دارای هادی رشته ای (نیمه افشان) از مس نرم شده با پوشش "پی وی سی" به رنگ‌های مختلف است و در تأسیسات نصب ثابت در محیط‌های خشک در داخل لوله به‌صورت روکار یا توکار به‌کار می‌رود. استفاده از این نوع سیم به‌طور مستقیم در داخل دیوار مجاز نیست. سیم نوع NYAB نسبت به نوع NYA دارای نرمش بیشتری است

کابل‌های هوایی

کابل‌هایی که به صورت رو کار روی دیوار، سقف یا سینی کار نصب می‌شوند، عبارت‌اند از: هادی مسی، عایق پی وی سی و پلی اتیلن، ماده پررنگ‌کننده برای شکل دهی کابل، غلاف نهایی پی وی سی یا غلاف زره گالوانیزه، غلاف سربی و غلاف سیمی.

کابل‌هایی که به صورت هوایی بین دوتیر نصب می‌شوند عبارت‌اند از: هادی مسی، عایق پی وی سی و پلی اتیلن، ماده پر کننده و غلاف نهایی پی وی سی و سیم مهار (بکسل) از فولاد گالوانیزه برای نگهداری کابل.

اصول و روش‌های نصب کابل‌های هوایی

حداقل فاصله بین کابل‌های هم ولتاژ باید به اندازه قطر کابل ضخیم تر مجاور در نظر گرفته شود. در صورتی که ولتاژ کابل‌های موازی متفاوت باشد حداقل فاصله بین دو کابل مجاور باید ۳۰ سانتی‌متر باشد. در موقع نصب یا کشیدن کابل تنش و کشش باید بر روی هادی‌ها وارد شود نه بر پوشش خارجی آن. برای نصب یک رشته کار در دیوار یا سقف باید از بست‌های کائوچویی دوتکه‌ای مخصوص کابل استفاده شود و حداقل فاصله کابل از دیوار دو سانتی‌متر در نظر گرفته شود. فاصله کابل‌ها از یک دیگر حداقل دو برابر قطر کابل باشد.

نصب کابل روی سقف کاذب مجاز نیست و باید زیر سقف اصلی ساختمان نصب گردد.

سینی کابل باید از ورق آهنی گالوانیزه مشبک به ضخامت حداقل ۱/۵ میلی‌متر ساخته شود.

فاصله بست‌ها برای نصب کابل‌های افقی نباید از مقادیر زیر بیشتر گردد:

برای کابل‌های بدون زره فلزی ۲۰D

برای کابل‌های با زره فلزی ۳۵D

D اندازه قطر خارجی کابل است. در صورتی که کابل‌ها به صورت قائم نصب شوند، با این مقادیر می‌توان تا ۵۰٪ اضافه نمود.

اصول نصب کابل‌های زمینی

- ۱- حداقل فاصله بین کابل فشار ضعیف، یا فشار قوی یا جریان ضعیف زیر زمینی از لوله‌های گاز، بخار، آب و سوخت ۳۰ سانتی‌متر است.
- ۲- در صورت تقاطع کابل با کابل‌های دیگر یا لوله‌های گاز و آب و غیر آنها، باید از یک لوله محافظ با قطر متناسب و طول حداقل یک متر استفاده گردد و کابل از داخل این لوله محافظ عبور نماید.
- ۳- در مواردی که کابل از زیر جاده عبور می‌کند باید یک لوله محافظ اضافی خالی به منظور کابل کشی آینده پیش بینی شود و در وسط این لوله، مفتول گالوانیزه شماره ۴، که طول آن در هر طرف یک متر بیش از طول لوله باشد، قرار داده شود.
- ۴- برای کابل کشی باید از میزان درجه حرارتی که کابل لازم است تحت آن کشیده شود، اطمینان حاصل نمود. برای گرم کردن کابل می‌توان به شرح زیر عمل کرد:
 - الف) به مدت ۷۲ ساعت، قرقره کابل را در اتاق یا انباری که دمای آن حداقل ۲۰ درجه سانتی‌گراد است قرار دهید.
 - ب) با استفاده از وسایل مخصوص، کابل را گرم و سپس به سرعت اجرا کنید.
 - پ) با اتصال کابل به جریان برق و ایجاد حرارت، کابل را گرم و سپس اجرا کنید.
- ۵- قطر داخلی مجرا، کانال یا لوله حداقل $\frac{1}{3}$ برابر قطر کابل یا دسته کابل‌های کشیده شده در داخل آن باشد.
- ۶- برای نصب کابل در داخل کانال پس از حفاری، ابتدا به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر ماسه‌ریزی کنید. بعد از قرار دادن کابل‌ها بر روی آن با ۱۰ سانتی‌متر ماسه نرم آن را بپوشانید و یک نوار پلاستیکی خبر دهنده بر روی آن بکشید. برای حفاظت کابل یک ردیف آجر به عرض ۲۲ سانتی‌متر یا یک ردیف بلوک سیمانی روی نوار خطر قرار دهید و سپس روی آن را خاک ریزی کنید.
- ۷- حداقل عمق کابل فشار ضعیف زیرزمینی از سطح زمین، در پیاده‌رو ۷۰ سانتی‌متر و در خیابان یک متر است.
- ۸- حداقل فاصله کابل‌های زیر زمینی هم ولتاژ از یک دیگر برابر ۱۰ سانتی‌متر و برای غیر آنها ولتاژ (LV-mv) یا کابل جریان ضعیف ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود.
- ۹- در مواردی که کابل فشار ضعیف و کابل فشار متوسط در یک کانال زیر زمینی نصب می‌شود، باید کانال به صورت پله ای حفر و کابل فشار متوسط در بستر پایینی و کابل فشار ضعیف در بستر بالایی قرار داده شود.
- ۱۰- در کف کانال‌های پیش ساخته برای هدایت آب‌های احتمالی، باید شیبی برابر نیم الی یک درصد در جهت کف شوره ها پیش بینی شود.

۱۱- به منظور پرهیز از تماس مستقیم کابل‌ها با کف کانال پیش ساخته باید در کف کانال و در فواصل حداکثر برابر با ۶۰ سانتی‌متر، تکیه گاه‌هایی از لوله گالوانیزه یا پروفیل ناودانی یا چوب فشرده به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر از کف کانال پیش بینی و نصب گردد و سپس کابل‌ها بر روی اتکاها قرار گیرد.

۵- شیلد می‌تواند به صورت غلاف نیز به کار می‌رود.

۵- محافظت از کابل‌هایی که در مکان‌های مرتفع نصب شده اند یا در مقابل عوامل القایی هستند؛

۶- محدود کردن تداخل‌های رادیویی؛

۷- کم کردن خطر شوک (در صورتی که کابل‌ها به زمین متصل نشده باشند خطر شوک افزایش پیدا می‌کند).

پایان

