پوهنتون پولی تخنیک کابل
مجله علم و تکنالوژی
جلد ۵۲- شماره ۲
حوت - سال ۱۴۰۲ - هـ.ش.
تاریخ دریافت اثر: ۱۴۰۲/۱۰/۱۳
تاریخ قبولی اثر: ۱۴۰۲/۱۲/۱۱
P-ISSN: 2305 - 896X
KPU-IST

ارزیابی تخنیکی و ایمنی سیستم‌های توزیعی ولتاژ پایین افغانستان بر اساس ستند رد های IEC و NEC

عبدالاله رسولی
استاد دیپارتمنت انجینری برق پوهنتون پولی تخنیک کابل
ایمیل ادرس: abrasooli.kpu@gmail.com

خلاصه

این مقاله به بررسی سیستم‌های سیم‌کشی شبکه‌های توزیعی ولتاژ پایین در افغانستان و مقایسه آن‌ها با استندردهای بین‌المللی می‌پردازد. با توجه به چالش‌های موجود در شبکه توزیع برق افغانستان، ارتقاء ایمنی و موثریت این سیستم‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در این تحقیق، ارزیابی مقایسوی از سیستم‌های مختلف سیم‌کشی انجام شده و ساختار کنونی شبکه‌های توزیع ولتاژ پایین معمول در جهان تحلیل گردیده است. از روش‌های ساحوی شامل بازدید از شبکه‌های توزیع، سب‌ستیشن‌های توزیعی و سیستم‌های توزیعی رهایشی، تجارتی و صنعتی استفاده شده است. همچنین داده‌ها با استناد به منابع معتبر و استندردهای بین‌المللی مانند IEC، NEC و IEEE جمع‌آوری و تحلیل شده‌اند. نتایج نشان‌دهنده عدم تطابق سیستم‌های موجود با این استندردها و نواقص موجود در طراحی و اجرا است.

پیشنهاداتی برای بهبود سیستم‌های گروندینگ و ایمنی ارائه شده‌است، که می‌تواند به متخصصان و تصمیم‌گیرندگان کمک کند تا راهکارهای عملی برای بهبود شبکه‌های توزیع برق در افغانستان اتخاذ نمایند. این پژوهش نه‌تنها به شناسایی چالش‌ها می‌پردازد بلکه راه‌حل‌های کاربردی را نیز برای ارتقاء ایمنی و کارایی شبکه‌های توزیع معرفی می‌کند.

کلمات کلیدی: *انطباق با استندردهای IEC و NEC، سیستم‌های توزیع ولتاژ پایین، سیستم‌های زمین‌کردن و ارتینگ، شبکه توزیع برق افغانستان، معیارهای ایمنی برق*

1. مقدمه

سیستم‌های توزیع ولتاژ پایین جز از سیستم‌های توزیعی که به نوبه‌خود بخش های از سیستم‌های برقی اند. سیستم‌های توزیع ولتاژ پایین تحویل ایمن و کارآمد برق را از سب ستیشن های توزیعی به کاربران نهایی از جمله تاسیسات مسکونی، تجاری و صنعتی به عهده دارند. این سیستم‌ها معمولاً در ولتاژهای کمتر از (1000 ولت کار می کنند و ایمنی و کارایی عملیاتی را تضمین می کنند [1]. مراعات ستندردها (مثلا IEC 61557) [2]، ارزیابی خطرات، نظارت بر عایق ها، سیستم ارتنگ موثر، نصب دستگاه‌های حفاظتی، بازرسی‌های منظم، آمادگی برای بحران، آموزش پرسونل، و نشانه‌گذاری واضح سازمان‌ها می‌توانند ایمنی در شبکه‌های توزیع ولتاژ پایین را به شدت افزایش دهند [3]. اولویت‌بندی این تدابیر نه تنها افراد را حفاظت می‌کند بلکه عملکرد اطمینانی دستگاه های برقی را نیز تضمین می‌کند. از جمله سیستم ارتنگ نقش جدی را در ایمنی انسان و تجهیزات بازی می‌کند؛ عدم موجودیت این گروند یک از عوامل بروز حریق ها به شمار می رود [4].

با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در تکنالوژی‌های توزیع برق در سطح جهانی، کشورهای تظیر افغانستان همچنان با چالش‌های متعددی در این زمینه روبه‌رو هستند. این چالش‌ها تقریبا تمامی عرصه های مرتبط با طراحی، تطبیق، کیفیت مواد، عدم وجود نیروی بشری ماهر، نبود ستندرد های تخنیکی ، کیفیتی ، مراقبت از اجرای سالم کارهای مونتاژ، بهره برداری غیر ایمن، عدم وجود مراجع تفتیش و مراقبت از سیستم‌های برقی مخصوصا در ولتاژ های پایین را شامل می گردد. بررسی سیستم‌های سیم‌کشی ولتاژ پایین در افغانستان نشان می‌دهد که ساختار فعلی شبکه، به‌ویژه در مناطق شهری و روستایی، نیازمند اصلاحات و ارتقاء اساسی است.

این مقاله با هدف انجام یک ارزیابی مقایسوی از سیستم‌های مختلف سیم‌کشی ولتاژ پایین، با تمرکز بر شرایط افغانستان، تهیه شده است. در ابتدا شبکه‌های توزیعی ولتاژ پایین مورد بررسی قرار گرفته و سپس سیستم‌های مختلف سیم‌کشی تحلیل شده است. نتایج می تواند به متخصصان کمک کند تا تصمیم‌گیری‌های بهتری در راستای بهبود شبکه‌های توزیعی ولتاژ پایین کشور انجام دهند.

2. طرح مسئله

سیستم‌های توزیعی ولتاژ پایین (LVDS) وسیع ترین بخش سیستم‌های برقی و همان بخش اند که شرکت های برق را مستقیما به مصرف کنندگان برق متصل می کنند. قسمت اعظم سرمایه گذاری شرکت ها در بخش توزیع به مصرف می رسد. تقاضاهای بالا برای اطمینانیت و ایمنی باعث شده است که عدم توجه به این نیاز ها ممکن است منجر به خسارات مالی و عدم رضایت مشتریان گردد. این عدم توجه باعث از دست دادن مشتریان خواهد شد. این مقاله نتایج مقایسه ای شبکه‌های توزیعی را به ویژه با تمرکز بر تفاوت ها در سیستم سیم کشی، ارایه می دهد. تحقیق حاضر تفاوت ها و شباهت های سیستم‌های موجود در شبکه‌های توزیعی افغانستان را با سیستم‌های ستندرد نشان می دهد.

3. پیشینهٔ تحقیق

سیستم‌های توزیع ولتاژ پایین به عنوان حلقهٔ ارتباطی بین عرضه کننده و مستفدین برق تحت توجه محققین قرار دارد. در آخرین تحولات در زمینهٔ ایمنی برق، در سطح جهانی بر نو آوری های تمرکز شده که اطمینانیت، کارایی و هوشمندی را به ارمغان آورند [3]. با وجود تمامی پیشرفت های مثبت جهانی، کشورهای چون افغانستان با چالش های چندگانه ای مواجه هستند. یکی از چالش های کنونی وصل تولید کنندگان پراگنده از جمله منابع تجدید پذیر به این شبکه‌های می باشد. بیشتر تحقیقات مرتبط به شبکه‌ها توزیعی ولتاژ پایین در این زمینه صورت می گیرد [5]. جنبه‌های اقتصادی روش‌های مختلف کنترل ولتاژ در شبکه‌های توزیعی با نفوذ بالای تاسیسات PV در مناطق مسکونی می‌پردازد. در این مطالعه نظری استفاده

از معلومات حقیقی تولید و مصرف، بررسی امکان‌پذیری مدیریت فعال شبکه هوشمند، و مقایسه این روش‌ها با روش‌های قدیمی مانند تعویض دوره‌ای ترانسفارمر ارزیابی شده است. محققان در [6] در مورد ارزیابی سیستم‌های انرژی تجدیدپذیر خوشه‌ای که با شبکه‌های توزیع ولتاژ پایین متصل شده‌اند، بحث می‌کنند و اهمیت ارزیابی ظرفیت قابل قبول حداکثر CRES را برجسته می‌کنند. [7] احتمالات تأثیر سیستم‌های فوتوولتاییک مسکونی بر شبکه توزیع ولتاژ پایین مالیزیا را، با استفاده از روش مونت‌کارلو ارزیابی نموده اند. برای ایجاد نظام مندی در این شبکه‌ها ستندرد های مختلف عرصهٔ برق و الکتروتخنیک کود های را در این زمین ترویج نموده اند. عدم تطابق با ستندردهای بین‌المللی باعث بروز مشکلات می گردد. در قسمت طراحی این شبکه‌ها نیز نو آوری های بروز شده صورت می پذیرد [8]. روش جدید برای طراحی شبکه‌های توزیع برق ولتاژ پایین توسعه داده شده است. این روش به شرکت‌های توزیع برق کمک می‌کند تا هنگام مهندسی شبکه‌های توزیع برق، دقیق‌تر محاسبه کنند. این روش بر اساس محاسبه مقطع مناسب هادی های ولتاژ پایین و تصحیح ملاحظات ایمنی استوار است. نقش پروفایل ولتاژ در شکبه های توزیعی نقش بسیار اساسی دارد. در [9] سیستم‌های توزیعی LVDS (سیستم توزیعی برقی با ولتاژ پایین) و HVDS (سیستم توزیعی برق با ولتاژ بالا) انجام شده است.نویسندگان نشان می‌دهند که HVDS نسبت به LVDS مزایای بیشتری دارد. بررسی پلان گذاری و مدیریت شبکه‌های توزیع ولتاژ پایین در [10] پرداخته شده است. مولفان راه‌حل‌هایی برای عدم تعادل ولتاژ و جریان ارائه نموده اند. مولفان در [11] فهمی اساسی از سیستم‌های توزیع برق صنعتی را ارائه می‌دهند، که در آن خصوصیات مختلف سیستم‌ها در مورد ایمنی، اطمینانیت و هزینه مقایسه می‌شود. شمول منابع تجدید پذیر در شبکه‌های توزیعی باعث آن گردیده است، که توزیع برق در ولتاژ DC نیز طرف توجه قرار گیرد. افامیفونا و همکاران در [12]، تجزیه و تحلیل امکان‌پذیری تخنیکی-اقتصادی سیستم‌های توزیع ولتاژ پایین DC برای برق‌رسانی روستایی در کوریای جنوبی، و تحلیل مقایسه‌ای میان سیستم‌های توزیع ولتاژ پایین DC و شبکه‌های توزیع AC انجام داده اند. آرایش های مختلف لین ارت تأثیر زیادی بر ولتاژ صفری در شبکه‌های توزیعی ولتاژ پایین دارد. [13] نشان می‌دهد که مدل‌سازی دقیق این تأثیرات مهم است، زیرا تفاوت‌های بزرگ بین پیکربندی‌ها می‌تواند تنظیمات محلی را به طور منفی تحت تأثیر قرار دهد.

در این مقاله سیستم‌های توزیعی ولتاژ پایین افغانستان از منظر های مختلف با سیستم‌های ستندرد که در کشور های مخصوصا پیشرفته از نظر صنایع الکتروتخنیکی مقایسه می گردد، تا تفاوت های که ممکن است باعث عدم ایمنی و یا نزول اطمینانیت شود برملا گردد. با مراجعه به پایگاه های انترنتی که مقالات مرتبط به موضوع ممکن است، در آن دریافت گردد، تحقیق که روی شبکه‌های توزیعی در افغانستان صورت گرفته باشد، دستیاب نشد.

4. سؤال تحقیق

آیا سیستم‌های مختلف سیم‌کشی ولتاژ پایین در افغانستان مطابق با استندردهای بین‌المللی مانند IEC، NEC و IEEE بهینه و ایمن هستند؟

5. فرضیه‌های تحقیق

سیستم‌های توزیعی ولتاژ پایین در افغانستان با استندردهای بین‌المللی IEC و NEC مطابقت کامل ندارند و از نظر ایمنی و کارایی نیازمند بهبود اساسی هستند.

6. اهمیت تحقیق

این مقاله اهمیت زیادی در زمینه ایمنی و کارایی شبکه‌های توزیع برق دارد. این مقاله به شناسایی نواقص و چالش‌های

موجود در سیستم‌های سیم‌کشی ولتاژ پایین در افغانستان می‌پردازد و به ارتقای ایمنی شبکه‌های توزیع برق کمک می‌کند. همچنین این تحقیق به مقایسه سیستم‌های سیم‌کشی ولتاژ پایین در افغانستان با استندردهای بین‌المللی مانند IEC، NEC و IEEE می‌پردازد و به ارتقای کیفیت و کارایی سیستم‌های سیم‌کشی کمک می‌کند. شناسایی نیازهای بهبود در سیستم‌های سیم‌کشی ولتاژ پایین در افغانستان و ارائه راهکارهای عملی برای ارتقای ایمنی، کارایی و اطمینان شبکه‌های توزیع برق از دیگر اهمیت‌های این تحقیق است. این تحقیق می‌تواند به ترویج ایمنی و کارایی در شبکه‌های توزیع برق در افغانستان کمک کند و استندردهای بین‌المللی را در این زمینه ترویج دهد.

7. روش تحقیق

این تحقیق با استفاده از روش ترکیبی شامل مشاهدات ساحوی و مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده است. بخشی از داده‌ها از بازدیدهای از شبکه‌های توزیعی ولتاژ پایین، سب سټیشن های توزیعی و سیستم‌های رهایشی، عام‌المنفعه و صنعتی در افغانستان گردآوری شده است. علاوه بر این، از منابع معتبر علمی و استندردهای بین‌المللی مانند IEC، NEC، و IEEE برای تحلیل دقیق‌تر استفاده شده است. سیستم توزیع ولتاژ پایین افغانستان با این استندردها مقایسه و نواقص موجود به‌صورت توصیفی تحلیل شده است تا تصویری جامع از وضعیت موجود و نیازهای بهبود ارائه گردد.

8. هدف تحقیق

هدف این تحقیق، ارزیابی سیستم‌های سیم‌کشی شبکه‌های توزیعی ولتاژ پایین در افغانستان و مقایسه آن‌ها با استندردهای بین‌المللی مانند IEC، NEC، و IEEE است. تلاش بر این است تا نواقص و چالش‌های موجود در طراحی، اجرا، و حفظ و مراقبت این سیستم‌ها را شناسایی کرده و راهکارهایی عملی برای ایمنی بهبود، کارایی، و اطمینان شبکه‌های توزیع برق در کشور ارائه دهد.

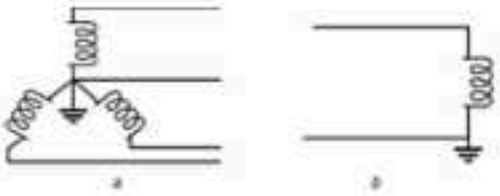
9. شبکه‌های توزیعی ولتاژ پایین

شبکه‌های توزیعی ولتاژ پایین به سیستم‌هایی گفته می‌شود که برق را با ولتاژ کمتر از 1000 ولت از منابع تولید پراگنده و یا شبکه های ولتاژ متوسط، به مصرف‌کنندگان نهایی مثل منازل، ادارات و کارگاه‌ها توزیع می‌کنند و هدف اصلی آنها رساندن برق به صورت ایمن و قابل اطمینان به مصرف‌کنندگان نهایی است. این شبکه‌ها به اعتبارات گوناگون طور ذیل تقسیم بندی شده اند.

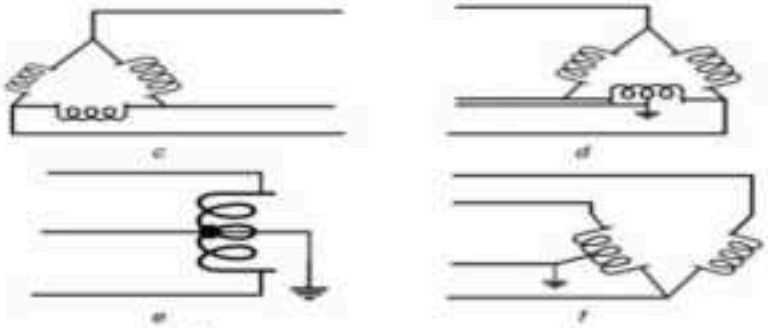
1. از نظر ساختاری: شبکه‌های شعاعی و شبکه‌های حلقوی
2. از نظر نوع مصرف‌کننده: شبکه‌های مسکونی، شبکه‌های تجاری و شبکه‌های صنعتی
3. از نظر روش توزیع: شبکه‌های هوایی و شبکه‌های زمینی
4. از نظر منابع انرژی: شبکه‌های توزیع سنتی و شبکه‌های توزیع مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر
5. از نظر تکنالوژی: شبکه‌های هوشمند و شبکه‌های سنتی
6. از نظر سیستم گروند: سیستم زمین مستقیم و سیستم زمین غیرمستقیم

10. ولتاژ های معمول شبکه‌های توزیعی ولتاژ پایین

ولتاژ های پایین در شبکه‌های توزیعی به تابعیت ستندرد های جهانی به چند نوع تقسیم می شوند که کشور های مختلف بر اساس مقتضیات خاص خود از یکی از این سیستم‌ها استفاده می نمایند [10]. مقدار این ولتاژ بسته به نوع مصرف کننده ها نیز متفاوت است. با مراجعه به جدول 1. می توان دید که برای تعداد از کشور ها مقدار و نوعیت سیستم ویرنگ این شبکه‌ها متفاوت است. برای وضاحت اینکه نوعیت سیستم‌های مختلف که در این کشور ها استفاده می گردد، طرز اتصال منابع، مصرف کننده ها و چگونگی لین صفر در آنها در اشکال a الی f نشان داده شده است. دو شکل اول a و b مربوط آرایش اروپایی و در مطابقع با IEC و اشکال c الی f برای آرایش امریکایی و نظر به NEC داده شده است.



شکل 1. شبکه‌های توزیعی به اساس آرایش اروپایی [5]



شکل 2. شبکه‌های توزیعی به اساس آرایش امریکایی [5]

برای سهولت بیشتر در پهلوی مقدار ولتاژ و نوعیت شبکه، حروف a الی f که بیانگر آرایش های مختلف این نوع شبکه‌ها است نیز نشان داده شده است. شکل a سیستم سه فازه با لین صفری و نقطهٔ صفری وصل شده به زمین است. شکل b شبکهٔ یک فازه (متشکل از یک فاز و لین صفری)، شکل c اتصال مثلث، شکل d مثلث با وصل نقطهٔ وسطی یکی از فاز ها به زمین و ایجاد لین صفری که بعدا برای ترانسفارمر های دارندهٔ سه ولتاژ استفاده می گردد. شکل e با لین صفری گرفته شده از نقطهٔ صفری که در وسط گوتک قرار دارد و همزمان وصل شده به زمین. شکل f با دو گوتک متفاوت یکی با نقطه مشترک در وسط و ایجاد لین صفری وصل شده به زمین و گوتک دیگر که به شکل کامل است.

جدول 1. ولتاژ شبکه‌های توزیعی ولتاژ پایین در یک تعداد از کشور های دنیا [5]

کشور ها	خانگی	تجارتی	صنعتی
آسترالیا	415/240[a] 240[b]	415/240[a] 440/250[b]	415/240[a] 440/250[b]
آلمان	230[b]	380/220[a]220[b]	380/220[a]
چین	220[b]	380/220[a]220[b]	380/220[a]220[b]

دنمارک	400/230[a]	400/230[a]	400/230[a]
جرمنی	400/230[a]230[b]	400/230[a]230[b]	400/230[a]
هندوستان	440/250[a]230[b]	440/250[a]230[b]	440/250[a]400/230[a]
اردن	380/220[a]230[b]	380/220[a]	400/230[a]
انگلستان	230 and 220 [b]	400/230[a] 380/220[a]	400/230[a] 380/220[a]
ایالات متحده کالیفورنیا (CA)	120/240[e]	120/240[d]	120/240[d]
ایالات متحده فلوریدا (FL)	120/240[d] 120/208[a]	120/240[e] 120/208[a]	408/277[a] 270/280[a]
ایالات متحده (نیویارک)	120/240[e] 120/208[a]	120/240[e] 120/208[a]	270/280[a]
عربستان سعودی	220/127[a]	220/127[a] 380/220[a]	380/220 [a]
ایران	220[b]	380/220[a]	380/220[a]
کوریای جنوبی	220[b]	380/220[a]	380/220[a]

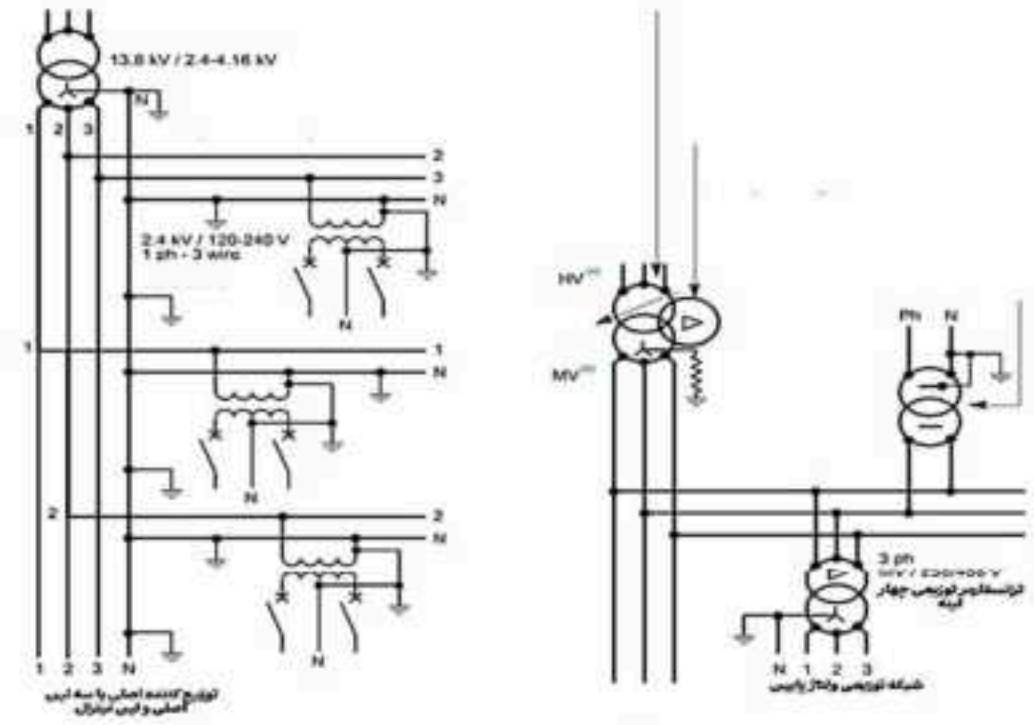
در افغانستان شبکه‌های توزیعی ولتاژ پایین صرف نظر از نوعیت شبکه (رهایشی، عام المنفعه، تجارتی و صنعتی) طور ذیل تغذیه می نماید:

- شبکه یک فازه 220V که متشکل از یک فاز و یک لین صفری است. لین صفری این سیستم یک فازه از لین صفری سیستم سه فازه مشابه به شکل b گرفته شده است. اما در تناقض بل سیستم های بین المللی IEC و NEC لین زمین در اکثریت موارد به زمین وصل نمی گردد.

- شبکه‌های سه فازه چهار لینه که از گوتک دومی ترانسفارمر با اتصال ستاره با لین صفری گرفته شده است. این سیستم چهار لینه الی میتریکس های تاسیسات رهایشی، عام المنفه و تجارتی ادامه می یابد. مشابه به شیمای a. اما نقطه صفری فقط در سب ستیشن توزیعی به زمین وصل می گردد و هیچ جای دیگر به زمین وصل نمی گردد.

II. سیستم‌های توزیعی ولتاژ پایین در اروپا و ایالات متحدهٔ امریکا

شیما های شبکه‌های توزیعی در دو سیستم اروپایی(IEC) و امریکایی(NEC) در (شکل3) داده شده است. طوریکه دیده می‌شود، در سیستم امریکایی شبکه‌های ولتاژ پایین توزیعی از سیستم اروپایی متفاوت است. طوریکه در امریکا برای حصول ولتاژ پایین توزیعی از ترانسفارمرهای استفاده می گردد، که بین یک فاز و لین صفری در شبکهٔ 4,16 V -2,4 وصل اند و همزمان دو ولتاژ توزیعی می دهند. مقدار این ولتاژ برای انواع مختلف مصرف کننده متفاوت است، و همچنان برای ایالت های کالیفورنیا، فلوریدا و نیویارک تفاوت دارد. جدول [۱].



شکل 3 . شیمای شبکه‌های توزیعی اروپا و امریکا [6]

12. سیم کشی ها در شبکه‌های توزیعی ولتاژ پایین با در نظرداشت لین صفری و لین حفاظتی

برای درک باریکی‌های سیستم‌های سیم‌کشی برق، دانستن برخی اصطلاحات اساسی ضروری است. این اصطلاحات عبارتند از: فاز (سیم‌هایی که جریان متناوب را انتقال می دهند)، لین صفری (سیمی که جریان برگشتی را به منبع می‌فرستد)، لین حفاظتی (سیمی که برای حفاظت از تجهیزات در برابر خطا استفاده می‌شود)، سیستم TN[1] (سیستمی که در آن لین صفری و سیم حفاظتی به زمین متصل هستند)، TN-S (سیستمی که لین صفری و سیم حفاظتی جداگانه به زمین متصل‌اند)، TN-C (سیستمی که لین صفری و سیم حفاظتی ترکیب‌شده به زمین متصل‌اند)، سیستم TT[2] (سیستمی که لین صفری به زمین متصل است، ولی سیم حفاظتی به طور جداگانه به زمین مصرف‌کننده وصل می‌شود)، سیستم IT (سیستمی که لین صفری از زمین عایق است).

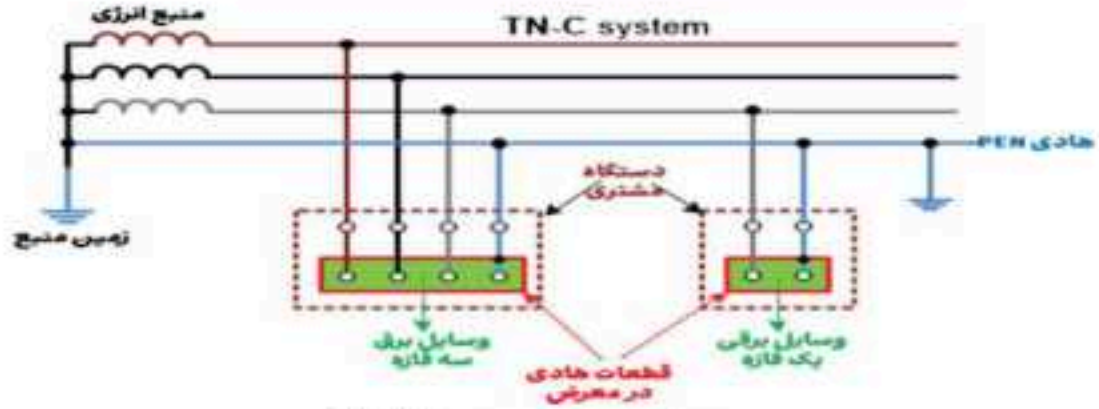
در سنتندرد های بین‌المللی، به ویژه سنتندرد IEC از کلمهٔ Terra که یک واژه‌ای لاتین به معنای «زمین» است در انجینری برق برای اشاره به مفاهیم مرتبط با اتصال به زمین استفاده می گردد. در زمینه سیستم‌های برقی، Terra نقش مهمی در ایمنی و عملکرد سیستم‌ها ایفا می‌کند. در سنتندرد IEC سیستم‌های تغذیه به اساس اصول زمین کردن به سه دسته تقسیم می گردد، که هرکدام کاربرد ها و مزایای خاص خودرا دارد:

1. **سیستم TN:** در این سیستم، نقطه نیترال ترانسفورماتور به زمین متصل است و هادی‌های حفاظتی (PE) و نیترال (N) در سمت مصرف‌کننده جدا هستند. نوع TN به نوبت خود طور ذیل تقسیم شده است.

---

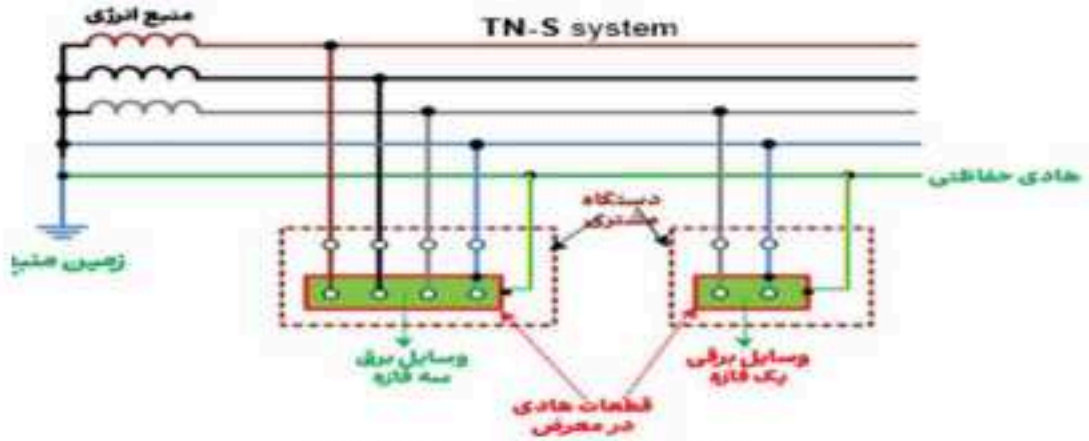
1 - Terra Neutral
2 - Terra Terra

- نوع TN-C که هادی های حفاظتی PE و نیترال ترکیب شده اند: (شکل4)



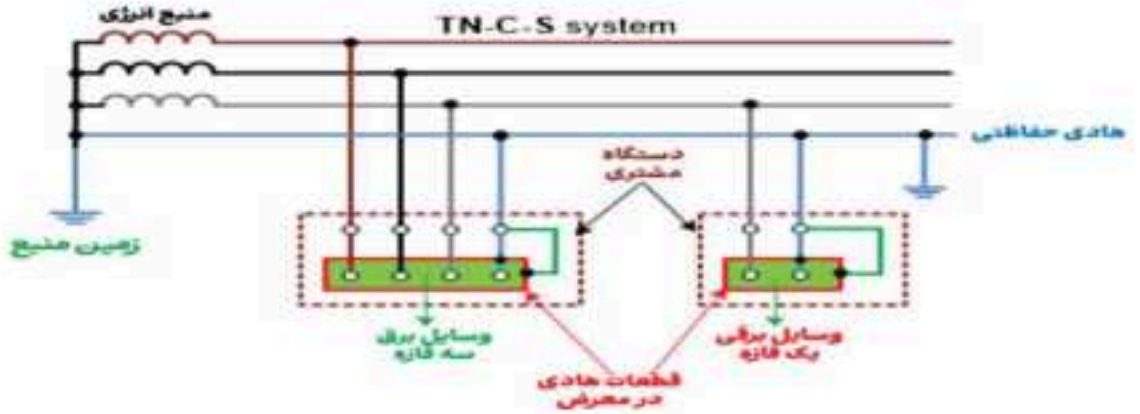
شکل4. شیمای سیستم سیم کشی TN-C [11]

- نوع TN-S که هادی حفاظتی و نیترال از یکدیگر جدا هستند (شکل 5)



شکل 5. شیمای سیستم سیم کشی TN-S [11]

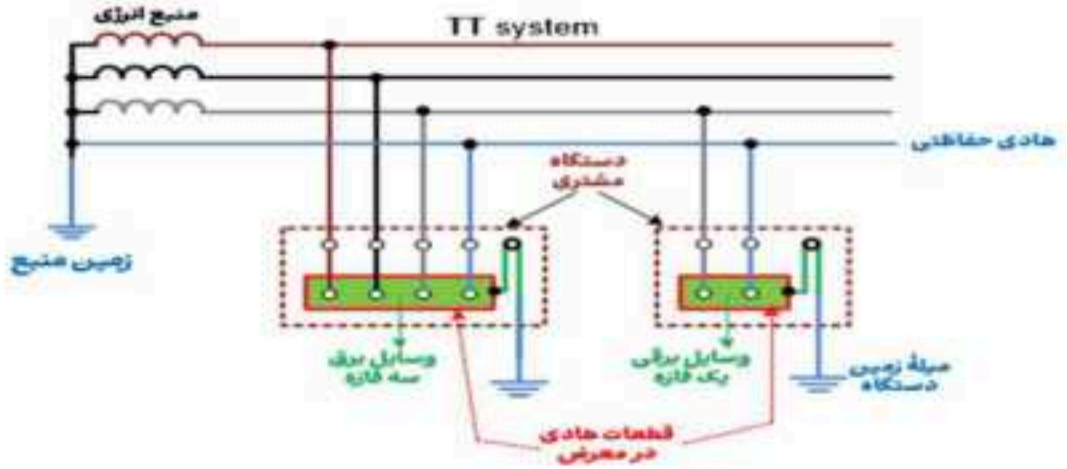
- نوع TN-S-C که از ترکیب دو نوع TN-S و TN-C حاصل شده است. (شکل 6)



شکل6. شیمای سیستم سیم کشی TN-C-S [11]

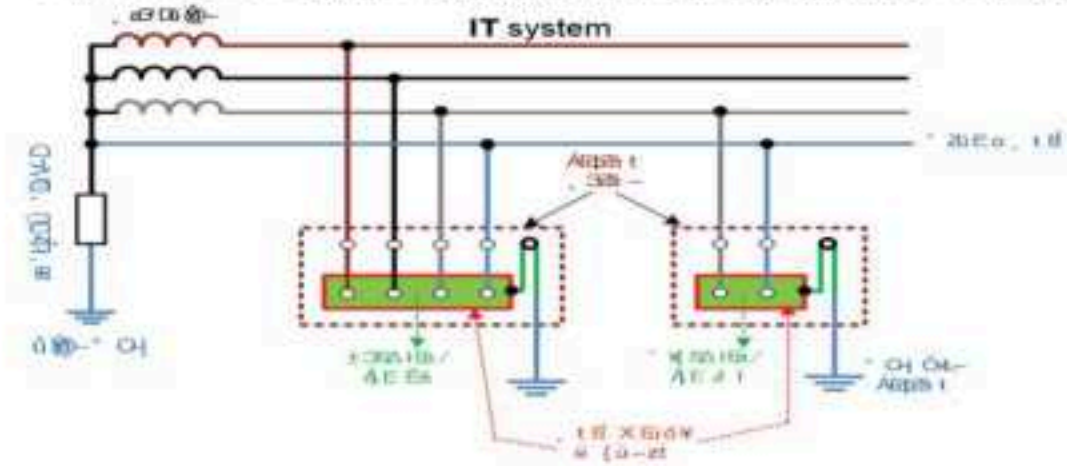
سیستم‌های IT و TT

در یک سیستم IT، لین ارت یا زمین توسط شرکت برق فراهم نمی‌شود و نصب نیازمند استفاده از میلهٔ زمین کنندهٔ شخصی (معمولاً در لین های هوایی) است و به طور معمول بر اساس (شکل 6) انجام می‌شود.



شکل 7 . شیمای سیستم سیم کشی TT [11]

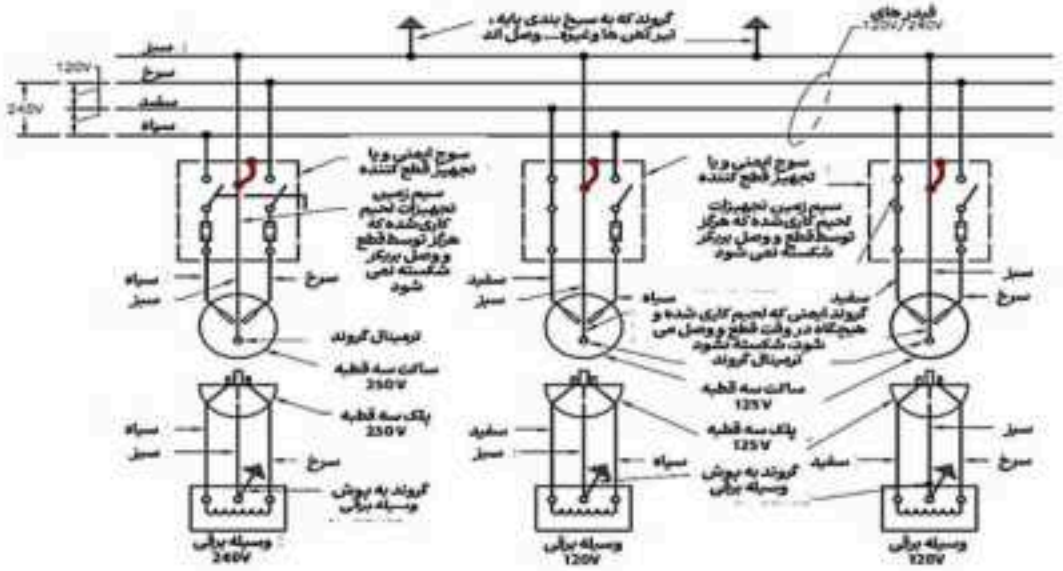
به عنوان مثال، یک جنراتور موبایل بدون اتصال به زمین یا با زمین وصل شده از طریق یک امپدانس مانند (شکل 7)



شکل 8. شیمای سیستم سیم کشی نقطه صفری وصل شده از طریق یک امپدانس IT [11]

در بعضی از کشور ها از سیستم‌های منحصر به فرد خودرا استفاده می نمایند. مثلا در این جا روش های ارتینگ افریقای جنوبی آورده شده است.

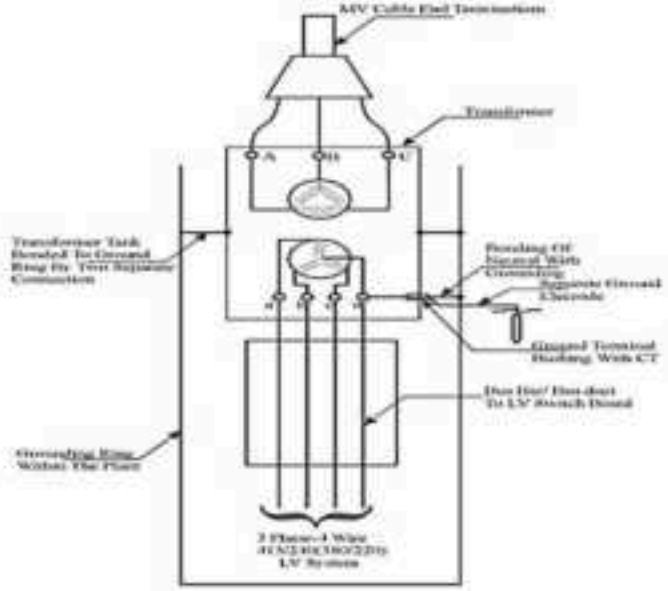
13. روش های ارتینگ مطابق به ستندردIEEE



شکل9. سیستم گروندینگ در شبکهٔ ولتاژ پایین و تجهیزات وصل شده به آن با میله گروند

14. روش های ارتینگ مطابق با دفتر ستندردهای آفریقای جنوبی (SABS)

ارتینگ ترانسفارمر در شبکه‌های صنعتی: از شیمای ذیل برای ارتینگ ترانسفارمر استفاده می گردد.



شکل10. سیستم TN-S آفریقای جنوبی که فقط سه نقطه از نیترال در داخل برج به زمین وصل شده است

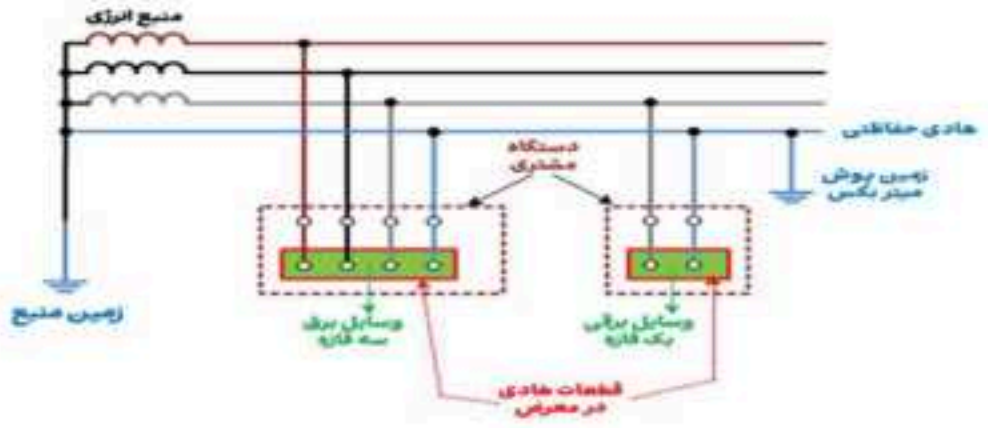
15. بررسی سیستم توزیع برق در افغانستان و مقایسه آن با ستندردهای بین‌المللی (IEC و IEEE)

در افغانستان، شبکه توزیع برق ولتاژ پایین 380V از سب ستیشن ترانسفارمری با خصوصیات ذیل تغذیه می گردد: ترانسفارمر های که در این سب ستیشن ها قرار دارند، در طرف بالا اتصال مثلث و در طرف پایین اتصال ستاره دارند. ولتاژ بالای این ترانسفارمر ها 15kV و تصمیم بر آنست که طور تدریجی به 20kV تعدیل گردد.

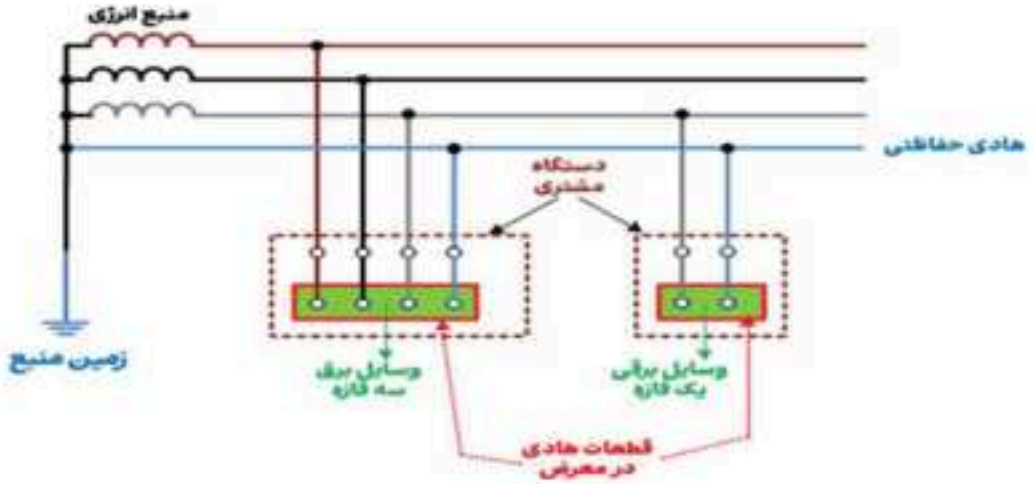
شبکه ولتاژ پایین سه فازه چهار لینه است که از سه فاز با لین صفری تشکیل شده است. نقطهٔ صفری ترانسفارمر و بدنهٔ فلزی ترانسفارمر و سایر قطعات فلزی بی جریان به زمین وصل اند. لین صفری از همین نقطهٔ صفری ترانسفارمر که در ضمن به زمین نیز وصل است گرفته می‌شود. سیستم مذکور تمامی انواع شبکه‌های (صنعتی، رهایشی، تجارتی و عام‌المنفعه) و بدون در نظر داشت محیط های آنها از نظر خاک، رطوبت و غیره را طور همسان تغذیه می نماید. بین شبکه‌های شهری و دهاتی و کشاورزی تفاوتی وجود ندارد. در ختم لین های چه کیبلی و چه هوایی که به میتر بکس ها می رسد، لین صفری به یک نقطهٔ مشترک طوری وصل می گردد، که با بدنهٔ میتر بکس فلزی در تماس است، اما به میله یا راد مخصوص که به زمین وصل باشد، ارتباط نگرفته است.

شبکه‌های داخلی خانه، تاسیسات عام المنفعه، تجارتی و صنعتی یک فازه توسط دولین، یکی از فاز ها و لین صفری تغذیه می گردد. در تمامی تعمیرات چه خورد و چه بزرگ از سیستم گروند، استفاده نمی گردد. استثناءً در سال های اخیر یک تعداد از تعمیرات را از طریق یک چاه و یک صفحهٔ مسی گروند نموده اند. در مواردی که حتی از پایه های چوبی استفاده می گردد، بدنه میتر بکس عملاً از زمین به شکل عایق شده قرار دارد. در داخل خانه ها وصل نمودن بدنهٔ فلزی وسایل برقی مانند داش برقی، بایلر های که در تشناب ها استفاده می گردند، یک کار اضافی قلمداد می گردد. موتور های خورد و بزرگ چه یک فازه و چه سه فازه که در صنایع سبک استفاده می گردد، نیز گروند نمی‌شود. حتی در قیمتی ترین و لوکس ترین مال ها و فروشگاه ها نیز از همان سیستم سادهٔ دولینه استفاده می گردد. در سال های اخیر در یک تعداد از مارکیت های کلان شهری، ذخیره گاه های گاز مایع و نفت حریق های به وقوع پیوسته است، که خسارت های ملیونی به بار آورده است. تقریبا طور همیشگی گفته می‌شود که علت شروع این آتش سوزی ها شارتی برق بوده است. این مورد ایجاب می نماید که موارد آسیب پذیر از نظر حریق از نظر سیستم گروند، تحقیق و تعلیق گردد.

دو وریانت ممکنهٔ شبکه‌های توزیعی ولتاژ پایین در (شکل های 10 و 11) داده شده است.



شکل 10 . هادی حفاظتی به بدنهٔ صندوق فلزی میتر بکس وصل شده است، مولف



شکل 11. ارایش که لین حفاظتی فقط به نقطه صفری ترانسفارمر وصل است.

16. نتایج

- شبکه توزیعی ولتاژ پایین افغانستان از نظر مقدار ولتاژ با ستندرد IEC مطابقت دارد.
- شکل شبکه‌های توزیعی تا میتر بکس های نزدیک مصرف کننده ها با ستندرد IEC مطابقت دارد.
- از نظر سیستم کامل گروندینگ شبکه‌های سه فازه و یک فازهٔ افغانستان با هیچ یک از ستندرد ها مطابق ندارد.
- دلیل استفاده از این سیستم سادگی و ارزانی آن است. این سیستم‌ها از نظر هزینهٔ ابتدایی ارزان اند، اما از نظر اطمینانیت، ایمنی و ضایعات در طولانی مدت نا مناسب اند.
- نبود لین حفاظتی در خانه ها، تاسیسات عام المنفعه، تجارتی و صنعتی می تواند خطر آفرین باشد.

17. پیشنهادات

- برای انتخاب سیستم گروندینگ برای افغانستان باید در مطابقت به یکی از ستندرد ها که جواب گوی شرایط خاص فزیکی ما باشد، سیستم‌های مقتضی گروندینگ انتخاب گردد. سیستم گروندنگ طور تدریجی باید یا به سیستم IT, TT و TN تبدیل گردد.
- برای جلوگیری از خطرات برق گرفتگی در محلات مخصوصا مرطوب بدنهٔ فلزی تجهیزات چون داش های برقی و بایلر ها باید به شکل مناسب زمین گردد.
- تحقیق گردد، که سیستم‌های گروندینگ خارج از ستندرد که در محلات خطر آفرین حریق زا استفاده می گردد، می تواند باعث ایجاد حریق شود یا خیر؟
- برنامه های آگاهی دهی برای گروندینگ وسایل برقی یا پوش فلزی در نشناب ها و آشپز خانه ها راه اندازی شود.
- برای کاربرد سیستم گروندینگ مناسب به مشترکین مولفه های تشویقی به کار گرفته شود.
- سیستم های گروندینگ مخصوصا در تاسیسات استفاده عمومی مانند لیلیه ها، نظارت و تفتیش گردد.

18. مآخذ

[1] SIENERJI, «The Importance of Low-Voltage Electrical Distribution Products in Modern Infrastructure,» SIENERJI company, 2023. [Online]. Available: [Accessed 5 10 2024].

[2] «IEC 61557: Electrical Safety in Low Voltage Distribution Systems up to 1,000 V AC and 1,500 V DC,» HK LEE HENG INDUSTRY COMPANY, 2023. [Online]. Available: [Accessed 15 9 2024].

[3] «The Importance of Grounding and Circuit Protection,» CPD Online, 2023. [Online]. Available: https://cpdonline.co.uk/knowledge-base/health-and-safety/importance-grounding-circuit-protection/. [Accessed 15 9 2024].

[4] «The 7 Most Common Causes of Electrical Fires in the Home and How to Prevent Them,» ABC Plumbing, Sewer, Heating, Cooling and Electric, 2023. [Online]. Available: [Accessed 12 10 2024].

[5] T. Siewierski, M. Szypowski and A. . W. Wedzik, «A review of economic aspects of voltage control in LV smart grids,» Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 8, pp. 37-45, 2018.

[6] L. Y. H. T.-Y. H. W.-t. Chen Tsai-Hsiang, Assessment of Clustered Renewable Energy Systems Interconnected with Low-Voltage Distribution Networks, Atlantis Press, 2013.

[7] «Probabilistic evaluation of the impact of a residential photovoltaic system on Malaysia low-voltage network using Monte Carlo approach,» Journal of Renewable and Sustainable Energy, vol. 7, no. 6, 2015.

[8] F. Provoost and P. v. Oirsouw, «Safety: A VERY IMPORTANT FACTOR IN COST-OPTIMAL LOW-VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORK DESIGN,» Phase to Phas.

[9] D. Thankachan and A. S. Solanki, «A Comparative Study for Effective Distribution Network System Among LVDS and HVDS,» CSVTU Research Journal on Engineering and Technology, vol. 9, no. 1, pp. 16-22, 2020.

[10] M. A. A, G. Mokryani and A.-J., «Planning and operation of LV distribution networks: a comprehensive review,» IET Energy Systems Integration, 2019.

[11] D. L. Beeman; R. H. Kaufmann, The Fundamentals of Industrial Distribution Systems, IEEE, 2009.

[12] «A Techno-Economic Feasibility Analysis on LVDC Distribution System for Rural Electrification in South Korea,» Journal of Electrical Engineering and Technology, vol. 9, no. ۵, pp. 1501-1510, 2015.

[13] J. Csatar and A. Dan, «Neutral Voltage Comparison of Different Grounding Configurations and Calculation Methods in Multi-Grounded Low Voltage Network,» Electrical Engineering and Computer Science, vol. 61, no. 1, pp. 77-81, 2017.

[14] S. Electric, «Low-voltage distribution networks,» Electrical Installation Wiki, [Online]. Available: https://www.electrical-installation.org/enwiki/Low-voltage_distribution_networks. [Accessed 20 5 2023].

[15] S. T. M. C. Valery Dovgun, «Distributed Power Quality Conditioning System for,» Energies, vol. 13, pp. 2-18, 19 September 2020.

[16] M.-Y. Zhai, «Transmission Characteristics of Low-Voltage,» IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, vol. 26, no. 1, pp. 173-181, JANUARY 2011.

[17] D. Ward, J. Buch, T. Kulas and W. Ros, «An Analysis of the Five-Wire Distribution System,» IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 18, no. 1, p. 295–299, 2003.

[18] G. Gruosso, R. S. Netto, Z. Zhang, and L. Daniel, «Low Voltage Electrical Distribution Network,» pp. 1-6, 2016.

ضمیمه شماره ۱: اصطلاحات و کلمات انگلیسی استفاده شده در متن مقاله

English Term	معنی لغوی / تخنیکی	توضیح
AC (Alternating Current)	جریان متناوب	نوع جریانی که جهت آن به‌صورت دوره‌ای تغییر می‌کند و در شبکه‌های توزیع ولتاژ پایین استفاده می‌شود.
DC (Direct Current)	جریان مستقیم	جریانی که در یک جهت ثابت حرکت می‌کند؛ در برخی سیستم‌های جدید توزیع ولتاژ پایین DC مورد توجه قرار گرفته است. در این نوع جریان نه سمت و نه مقدار جریان تغییر می‌نماید.
Ground	زمین	اتصال برقی عمدی سیستم به زمین برای ایمنی و تخلیه جریان‌های خطا.
Grounding	زمین‌کردن / ارتینگ	پروسه اتصال تجهیزات یا نقطه نترال به زمین جهت جلوگیری از برق‌گرفتگی و آسیب تجهیزات.
HVDS (High Voltage Distribution System)	سیستم توزیع ولتاژ بالا	سیستم توزیعی که برق را در سطح ولتاژ بالاتر نسبت به LVDS توزیع می‌کند و دارای مزایایی نسبت به سیستم ولتاژ پایین است.
IEC (International Electrotechnical Commission)	کمیسیون بین‌المللی الکتروتخنیک	نهاد بین‌المللی تدوین‌کننده استندردهای برق و الکترونیک که مبنای مقایسه در مقاله می‌باشد.

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)	انجمن انجینران برق و الکترونیک	سازمان تخصصی بین‌المللی که استندردها و رهنمودهای تخنیکی در عرصه برق ارائه می‌کند.
IT System	سیستم IT	سیستمی که در آن نقطه نیترال از زمین عایق است یا از طریق امپیدنس به زمین وصل می‌شود.
LVDS (Low Voltage Distribution System)	سیستم توزیع ولتاژ پایین	شبکه‌ای که برق با ولتاژ کمتر از 1000 ولت را به مصرف‌کنندگان نهایی توزیع می‌کند.
LVDC (Low Voltage Direct Current)	سیستم توزیع ولتاژ پایین جریان مستقیم	نوعی سیستم توزیع که برق DC را در سطح ولتاژ پایین انتقال می‌دهد.
NEC (National Electrical Code)	کود ملی برق امریکا	مجموعه مقررات و استندردهای برق در ایالات متحده که در مقاله با سیستم افغانستان مقایسه شده است.
Neutral (N)	نیترال / لین صفری	هادی برگشتی که جریان را به منبع باز می‌گرداند و معمولاً به زمین وصل می‌شود.
PE (Protective Earth)	هادی حفاظتی	سیم حفاظتی که برای حفاظت تجهیزات در برابر خطای برقی به زمین متصل می‌شود.
PEN Conductor	هادی مشترک حفاظتی و نیترال	هادی‌ای که همزمان وظیفه نیترال و هادی حفاظتی را انجام می‌دهد (در سیستم TN-C).
Phase	فاز	هادی فعال که جریان متناوب را انتقال می‌دهد.
PV (Photovoltaic)	فتوولتاییک	سیستم تولید برق از انرژی خورشیدی که به شبکه‌های توزیعی وصل می‌شود.
Terra	(زمین (واژه لاتین	اصطلاح لاتین مورد استفاده در استندرد IEC برای اشاره به مفاهیم زمین‌کردن در سیستم‌های برقی.
TN System	سیستم TN	سیستمی که در آن نقطه نیترال ترانسفورماتور به زمین وصل است و بدنه تجهیزات از طریق هادی حفاظتی به همان نقطه متصل می‌شود.
TN-C	سیستم TN-C	نوعی از سیستم TN که در آن هادی نیترال و حفاظتی با هم ترکیب شده‌اند (PEN).
TN-C-S	سیستم TN-C-S	سیستمی که بخشی از سیم مشترک (PEN) بوده و سپس به دو هادی جداگانه PE و N تفکیک می‌شود.
TN-S	سیستم TN-S	سیستمی که در آن هادی نیترال و حفاظتی از ابتدا جدا بوده و هر دو به زمین متصل‌اند.
TT System	سیستم TT	سیستمی که نیترال در منبع زمین شده ولی هادی حفاظتی مصرف‌کننده به زمین مستقل جداگانه وصل می‌شود.

بیوگرافی مؤلف

محترم پوهاند عبدالاله رسولی باشندهٔ اصلی قریهٔ چندالبایی ولسوالی بغمان درجه ماستری خویش را در سال 1365 هجری شمسی از دیپارتمنت انجنیری برق پوهنتون پولی‌تخنیک کابل حاصل نموده است. موصوف از سال 1367 تا به امروز در دیپارتمنت انجنیری برق پوهنتون پولی‌تخنیک به حیث استاد ایفای وظیفه مینماید. ساحات مورد علاقهٔ تحقیق وی، پلان‌گذاری سیستم‌های برقی، انرژی و تغییر اقلیم میباشد.