

## مقدمه

امروزه با توجه به اهمیت موضوع تأسیسات الکتریکی و نیز نبود نرم‌افزاری مناسب جهت طراحی و محاسبه تأسیسات الکتریکی ساختمان لازم است که نرم‌افزاری جامع جهت کمک به مهندسين برق معرفی و آموزش داده شود. معمولاً مهندسين طراح عضو سازمان نظام‌مهندسی و مجريان پروژه‌های صنعتی برای طراحی نقشه‌های تأسیسات الکتریکی از نرم‌افزار اتوکد الکتریکال استفاده می‌کنند. بخش طراحی تأسیسات الکتریکی علاوه بر ترسیم نیاز به محاسبه‌ی صحیح پارامترهای مرتبط از جمله محاسبه‌ی حداقل و حداکثر جریان اتصال کوتاه، تنظیم وسایل حفاظتی، انتخاب اندازه گیری صحیح کابل‌ها و هادی‌ها، تصحیح ضریب قدرت، محاسبه شین‌ها و محاسبات تابلو برق اصلی و فرعی و ظرفیت دیزل ژنراتور و ترانسفورماتور مناسب دارد. نرم‌افزار جامع اکودیال ساخت شرکت اشنایدر الکتریک قادر به انجام تمامی این عملیات است. از مزایای این نرم‌افزار می‌توان به پلاگینی اشاره کرد که بر روی نرم‌افزار اتوکد نصب می‌شود و می‌توان ترسیم را در نرم‌افزار اتوکد انجام و با انتقال به نرم‌افزار اکودیال تمامی محاسبات تأسیسات الکتریکی موردنظر را انجام داد.

**فصل اول:**

**آشنایی با نرم افزار اکودیال**

- ۱۳- ایمنی تضمین افراد و تجهیزات
- ۱۴- بازسازی برای انطباق نصب موجود
- ۱۵- بهینه سازی و آخرین نسل از راه حل
- ۱۶- مدهای عملیاتی نصب و نیاز به تداوم عرضه از مرحله طراحی در نظر گرفته می شود
- ۱۷- انتخاب محصولات از آخرین تولیدات شرکت اشنایدر الکتریک.

### سیستم مورد نیاز برای نرم افزار اکودیال

- سیستم کاربر حداقل شرایط زیر را برای اجرای کامل نرم افزار باید داشته باشد.
- ویندوز ۷ (انگلیسی و فرانسوی) bytes64 & ۳۲en
- ویندوز ۸ (انگلیسی و فرانسوی) bytes64 & ۳۲en
- ویندوز ۱۰ (انگلیسی و فرانسوی) bytes64 & ۳۲en
- پردازنده: اینتل Core™ i5-5300 @ CPU ۲,۳U گیگاهرتز
- حافظه نصب شده: GB4RAM (۲,۷۳ قابل استفاده)
- مرورگر مورد نیاز: PC کاربران باید اینترنت اکسپلورر (IE) نسخه ۹ و بالاتر داشته باشد.
- رزولوشن صفحه پشتیبانی می شود.

\* برای صفحه نمایش تلفن همراه: ۷۶۸ × ۱۳۶۶ (توصیه می شود) با چشم انداز جهت

### آموزش نصب نرم افزار اکودیال

- جهت رجیستری کردن برنامه ایجاد حساب در سایت اشنایدر الکتریک الزامی است.
- ۱. به سایت اشنایدر الکتریک قسمت sign up مراجعه و مراحل ثبت نام انجام شود.

آدرس سایت: <https://login.dces.schneider-electric.com/sign-up.jsp>

مطابق شکل ۱-۱ صفحه ی مربوط به فرم ثبت نام باز می شود.

## فصل اول: آشنایی با نرم افزار اکودیال ■ ۱۵

۲. مطابق اطلاعات خواسته شده فرم ثبت نام پر می شود.

- توجه: در هنگام ثبت نام در سایت اشنایدر الکتریک در قسمت نام شرکت در صورتی که شرکتی هم ندارید می توانید اسم مستعار را وارد کنید
- توجه: در هنگام ثبت نام رمز عبور باید حداقل هشت نویسه و شامل: حروف بزرگ و کوچک، اعداد، فاصله، علامتها مانند علامت سؤال باشد.

The image shows a 'User Registration' form with the following fields and labels:

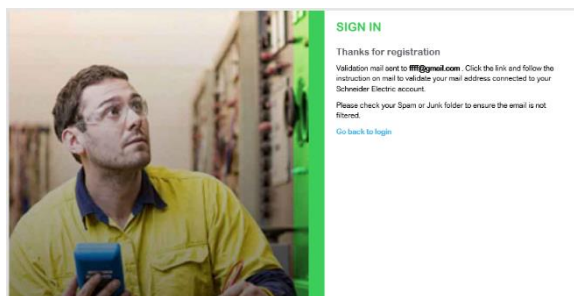
- Email \* (ایمیل)
- Company \* (اسم شرکت)
- First Name \* (نام)
- Business Type \* (نوع شغل)
- Last Name \* (نام خانوادگی)
- Main Sector of work \* (حرفه)
- Password \* (رمز عبور)
- Country (انتخاب کشور)
- Language (English)
- Confirm Password \* (تکرار رمز عبور)
- I have read, understood and agree to the Terms and conditions including those pertaining to user communications. \* (قبول قوانین و مقررات)
- Submit (۳)

Additional text on the form: 'I'd like to receive news and commercial info from Schneider Electric and its affiliates via electronic communication means such as email. For more details, please read our Privacy Policy.' and 'Select \*' with a dropdown arrow.

شکل ۱-۱: فرم ثبت نام

۳. با انتخاب گزینه submit فرم ثبت نام ثبت و به صفحه ای که در شکل ۱-۲ آمده است هدایت می شود.

- در صفحه ی مورد نظر این پیغام را به کاربر می دهد که از طرف شرکت اشنایدر تأییدیه ای به ایمیل ثبت نامی جهت صحت اطلاعات ارسال می شود که با تأیید ایمیل ارسال شده توسط کاربر حساب اشنایدر الکتریک کاربر فعال می شود.

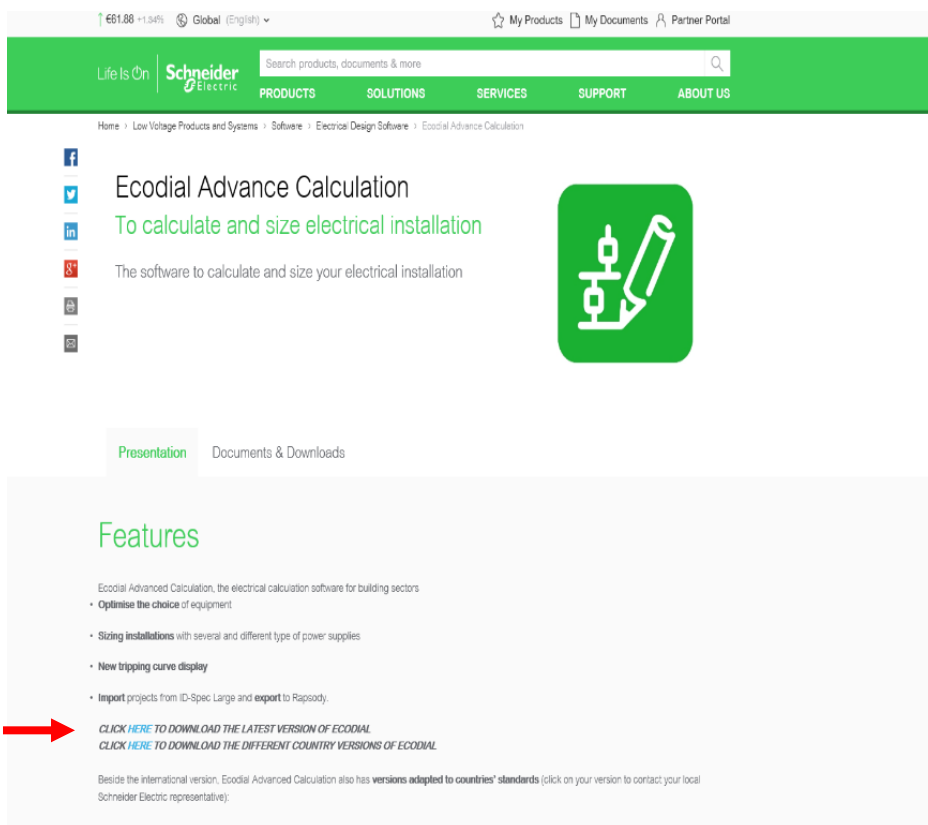


شکل ۱-۲: صفحه مربوط به تأیید رجیستری

۴. آخرین نسخه‌ی نرم افزار از سایت اشنایدر دانلود شود.

<https://www.schneider-electric.com/en/product-range-presentation/61013-ecodial-advance-calculation/>

• در صفحه باز شده بر روی گزینه‌ی **Here** کلیک تا آخرین نسخه اکودیال بارگیری شود.



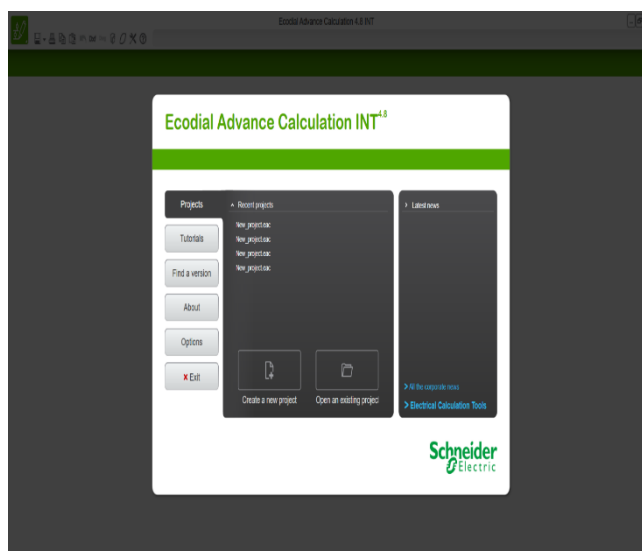
شکل ۱-۳: صفحه دانلود نرم افزار اکودیال

## فصل اول: آشنایی با نرم افزار اکودیال ■ ۲۱

ع) در نهایت با وارد کردن اطلاعات حساب کاربری و زدن گزینه login نرم افزار به طور کامل رجیستری و در صفحه‌ی شروع نرم افزار پیام خوش آمد گوی ظاهر می شود.

### معرفی مقدماتی نرم افزار اکودیال

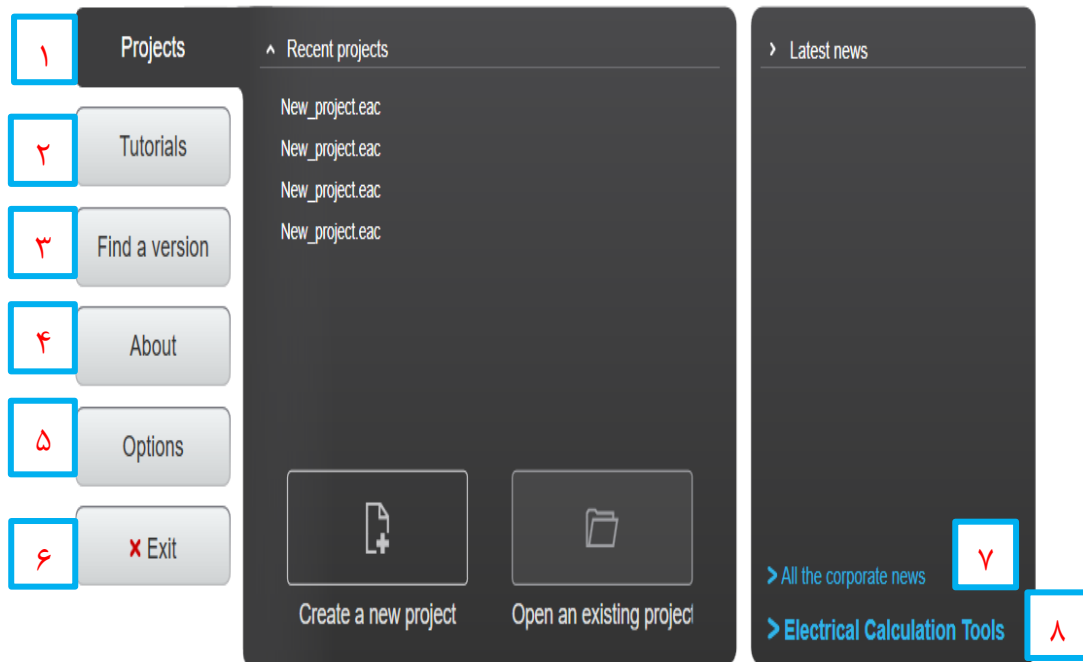
با اجرای این نرم افزار صفحه شروع برنامه مطابق شکل ۱-۱۳ در اختیار کاربر قرار می گیرد.



شکل ۱-۱۳: صفحه شروع نرم افزار

در صفحه شروع مطابق شکل ۱-۱۴ گزینه های مشخص شده را مشاهده می کنید.

## Ecodial Advance Calculation INT<sup>4.8</sup>



شکل ۱-۱۴: صفحه شروع علامت گذاری شده

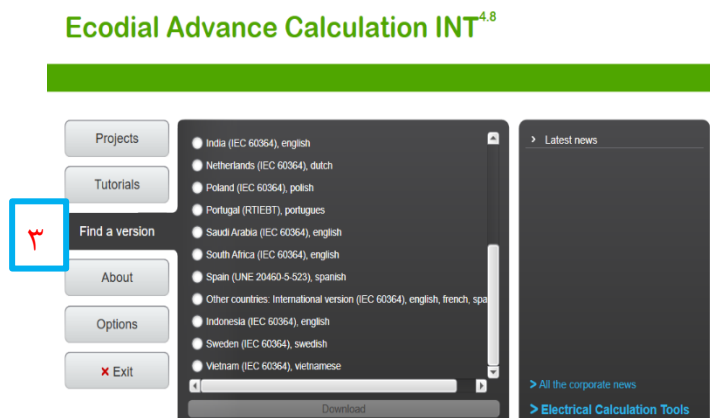
۱- Projects: مطابق شکل ۱-۱۵ با کلیک بر روی این گزینه دو گزینه جدید در اختیار کاربر قرار می گیرد که عبارتند از:

الف) create a new project: از این گزینه برای ایجاد ۱ پروژه جدید استفاده می شود.

ب) Open an existing project: از این گزینه برای باز کردن پروژه هایی موجود استفاده می شود.

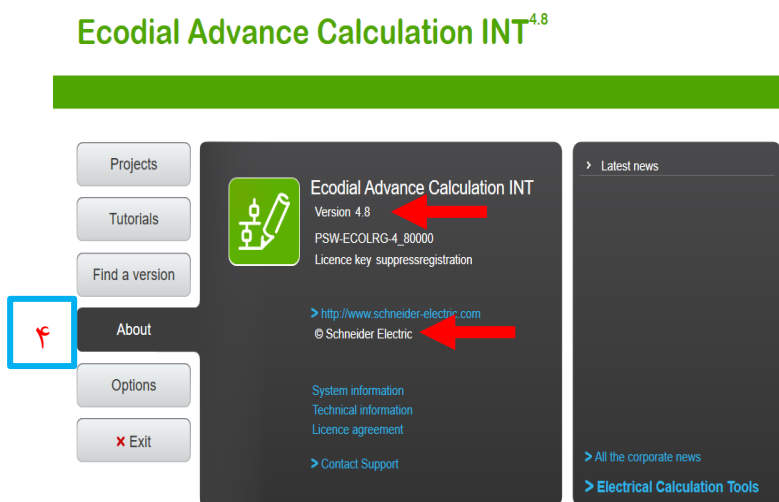
- در قسمت projects این امکان برای ما فراهم است که پروژه های اخیر را در صفحه شروع نرم افزار مشاهده می کنیم. و با کلیک بر روی آن ها پروژه ی مورد نظر اجرا می شود.

۳- مطابق شکل ۱-۱۷ با انتخاب گزینهی Find a version می توان نسخه های محلی مطابق با زبان و استانداردهای سیستم برق رسانی کشورهای مختلف را از این قسمت دریافت کرد.



شکل ۱-۱۷: صفحه مربوط به Find a version

۴- مطابق شکل ۱-۱۸ با استفاده از گزینهی About می توان به اطلاعاتی دربارهی نرم افزار از قبیل نسخه نرم افزار، شرکت سازنده و ... دست پیدا کرد.



شکل ۱-۱۸: صفحه مربوط به About

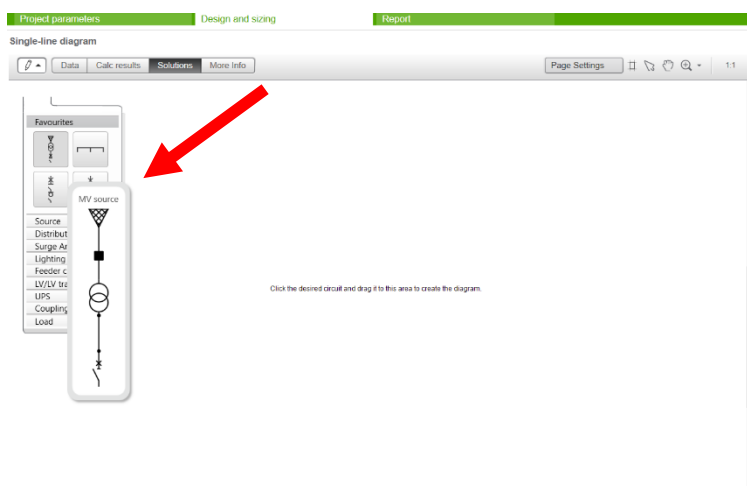


**فصل دوم:**

**راهنمای کاربردی نرم افزار اکودیال**

## آموزش استفاده از tool box و رسم دیاگرام خطی

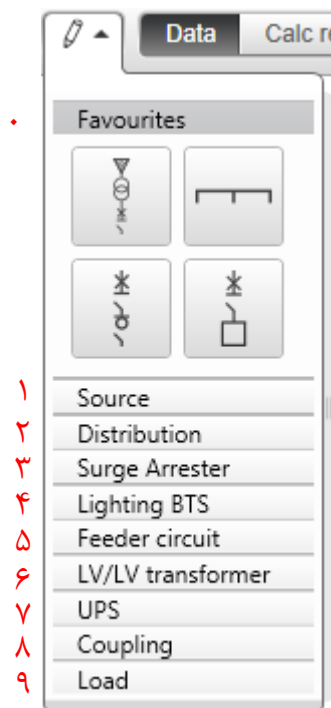
برای انتخاب انواع عنصرهای شبکه مانند منابع، ups، بارها، باس بارها و ... جهت طراحی شبکه از جعبه ابزار که در شکل ۱-۲ مشخص شده است استفاده می شود.



شکل ۱-۲ : جعبه ابزار

- قسمت tool box شامل تمامی عناصر جهت رسم دیاگرام تک خطی است که در این قسمت به معرفی هریک از این عناصر پرداخته می شود.

۰- مورد علاقه ها



۱- منبع

۲- توزیع

۳- برق گیر

۴- BTS رعدوبرق

۵- تغذیه کننده مدار

۶- ترانسفورماتور LV/LV

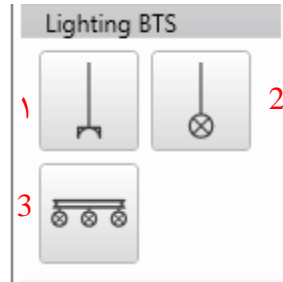
۷- UPS

۸- کاپلینگ

۹- بار

شکل ۲-۲: معرفی قسمت های مختلف جعبه ابزار

• BTS روشنایی



۱- سوکت قدرت برای توزیع توسط BTS

۲- برای روشنایی برای توزیع توسط BTS

۳- BTS روشنایی

شکل ۲-۶: BTS روشنایی

• تغذیه کننده مدار

مطابق شکل این قسمت دارای انواع تغذیه کننده است که از قسمت های حفاظت، سیستم وایرینگ و سوئیچ تشکیل شده اند، که در طراحی دیاگرام خطی نقش مهمی دارند. به ویژه برای برقراری ارتباط بین دو باس بار نیز مورد استفاده قرار می گیرند.



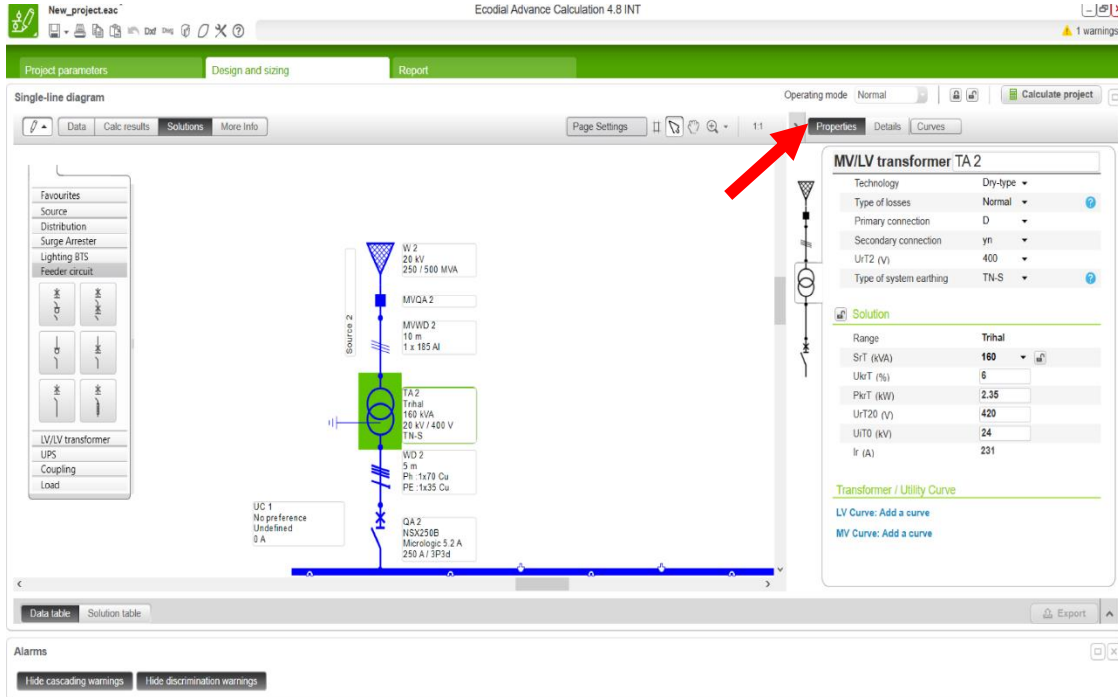
شکل ۲-۷: تغذیه کننده های مدار

• ترانسفورماتور LV/LV

این بخش نیز دارای انواع ترانسفورماتور مورد نیاز برای طراحی دیاگرام تک خطی مربوط به شبکه های برق مختلف است.

## آموزش مربوط به گزینه Properties

- به طور کلی می توان تنظیمات مربوط به هر عنصر از شبکه را بعد از انتخاب عنصر شبکه متناسب با طراحی مدار مورد نظر تغییر داد.



شکل ۲-۱۸: محیط کار نرم افزار

- جهت معرفی این بخش برای مثال یکی از عناصر شبکه مثلاً ترانسفورماتور منبع انتخاب شده است.
- با انتخاب عنصر مورد نظر و باز کردن قسمت properties می توان تمامی تنظیمات مربوط به عنصر را متناسب با نیاز تغییر داد شکل ۲-۱۹ برای عنصر ترانسفورماتور منبع است.

**MV/LV transformer TA 2**

Technology	Dry-type
Type of losses	Normal
Primary connection	D
Secondary connection	yn
UrT2 (V)	400
Type of system earthing	TN-S

**Solution**

Range	Trihal
SrT (kVA)	160
UkrT (%)	6
PkrT (kW)	2.35
UrT20 (V)	420
UiT0 (kV)	24
Ir (A)	231

Callout boxes and arrows:

- ولتاژ اتصال کوتاه ukrt (Arrow points to UrT20 = 420 V)
- افت ولتاژ pkrt (Arrow points to PkrT = 2.35 kW)
- ولتاژ عایق سمت فشار قوی UiT0 (Arrow points to UiT0 = 24 kV)
- ولتاژ بدون بار در سمت فشار ضعیف UrT20 (Arrow points to UrT20 = 420 V)

شکل ۲-۱۹: properties مربوط به ترانسفورماتور

اگر یکی از پارامترها تنظیم شده باشد:

ترانسفورماتور قفل شده است و دیگر مشخصات ترانسفورماتور تغییر نمی کند ترانسفورماتور در میان محدوده های شنایدر الکتریک انتخاب نمی شود.

**MV/LV transformer IA 12**

UrT2 (V)	400
Type of system earthing	TN-S

**Solution**

SrT (kVA)	400
UkrT (%)	5.5
PkrT (kW)	4.8
UrT20 (V)	420
UiT0 (kV)	24
Ir (A)	577

Callout boxes and arrows:

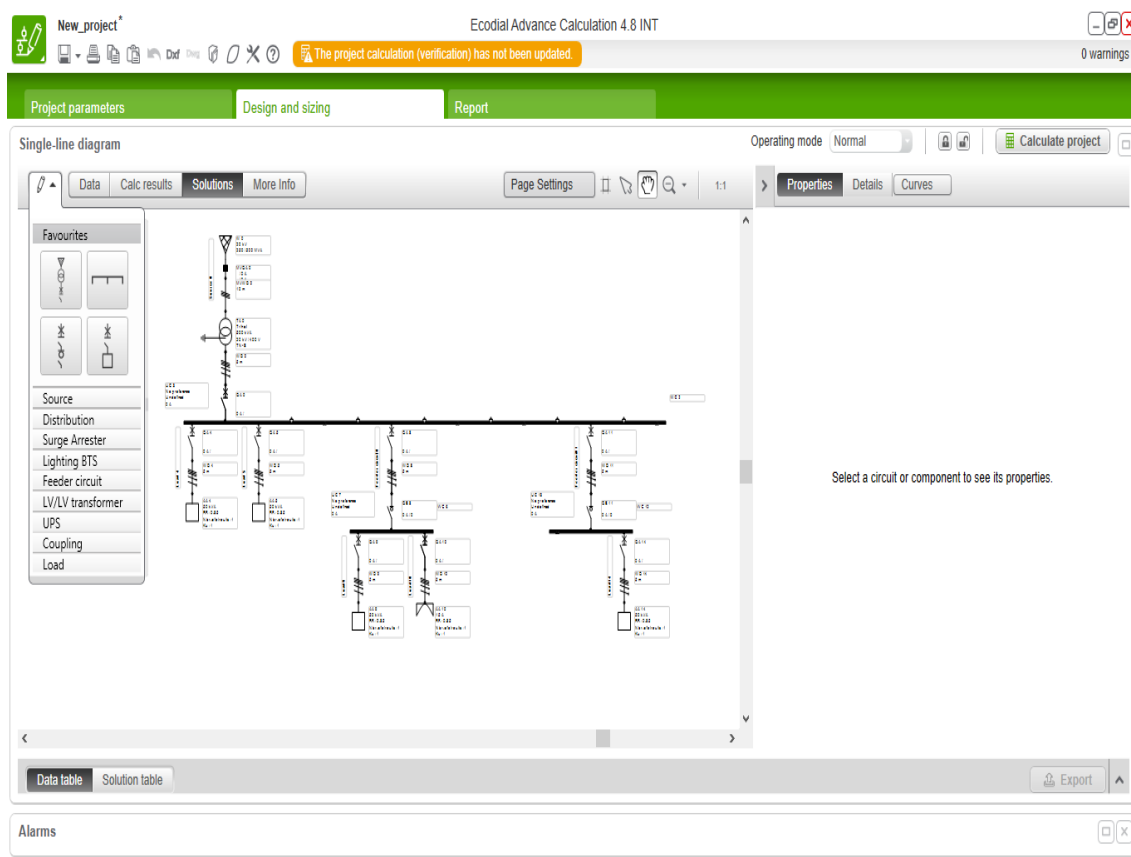
- Arrow points from the schematic diagram to the transformer symbol in the software.
- Arrow points from the software to the schematic diagram.

شکل ۲-۲۰: properties مربوط به ترانسفورماتور

## آموزش ایجاد و مدیریت مدهای عملیاتی در تأسیسات الکتریکی

عملکرد مد عملیاتی به‌گونه‌ای است که به کاربر کمک می‌کند تا طراحی نهایی را، با در نظر گرفتن بدترین حالت از بین تمام مدهای عملیاتی ایجادشده توسط کاربر، را به دست آورد.

برای نمونه هنگام استفاده از منابع طبیعی و پشتیبان، یکی از منابع در مرحله اولیه تعریف نشده است. (به عنوان مثال ژنراتور اضطراری)

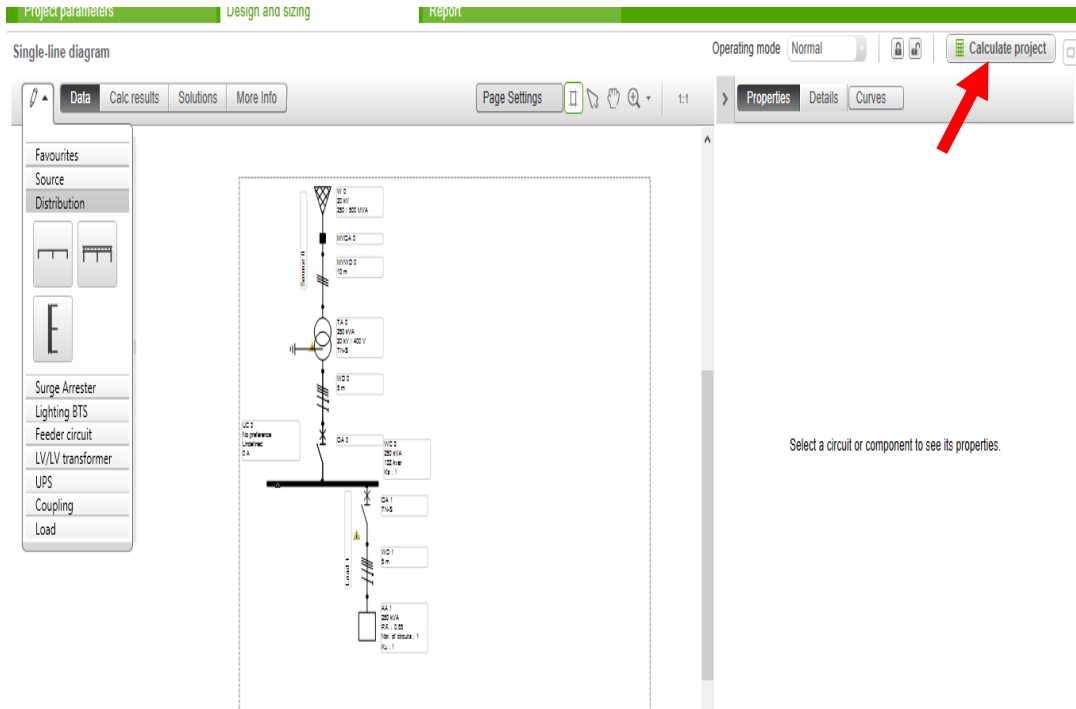


شکل ۲-۳۱: مداری ساده بدون ژنراتور اضطراری

در این مرحله ژنراتور اضطراری را به مدار اضافه می‌شود.

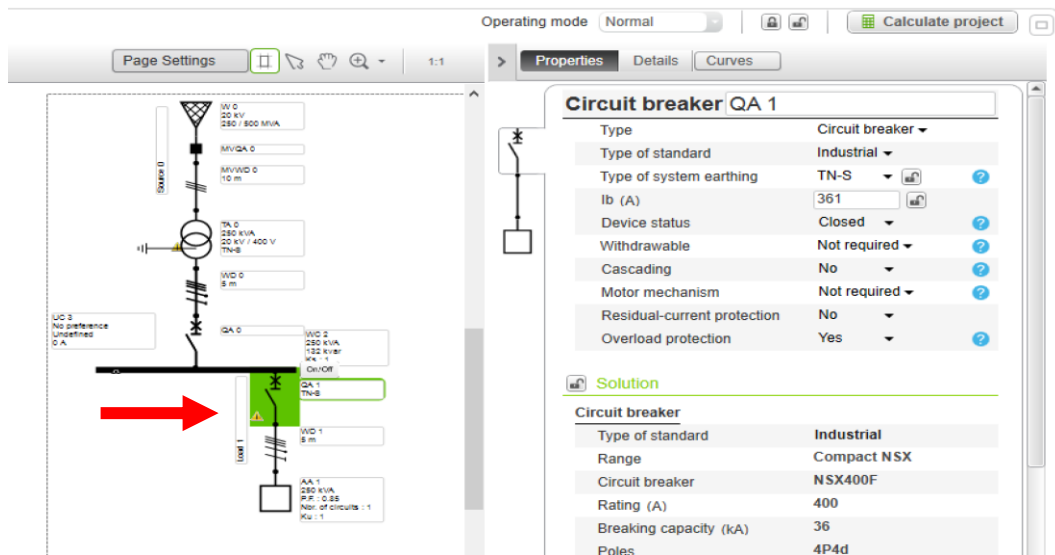
## نحوه استفاده از منحنی‌ها (curves)

ابتدا در نرم افزار اکودیال یک مدار طراحی می‌شود یا مدار از قبل طراحی شده باز می‌شود، سپس با کلیک بر روی calculate project محاسبات این مدار انجام می‌شود.



شکل ۲-۶۹: انجام محاسبات یک پروژه

در مرحله بعد یک قطع کننده مدار (Circuit breaker) یا (Residual-current) انتخاب می‌شود.

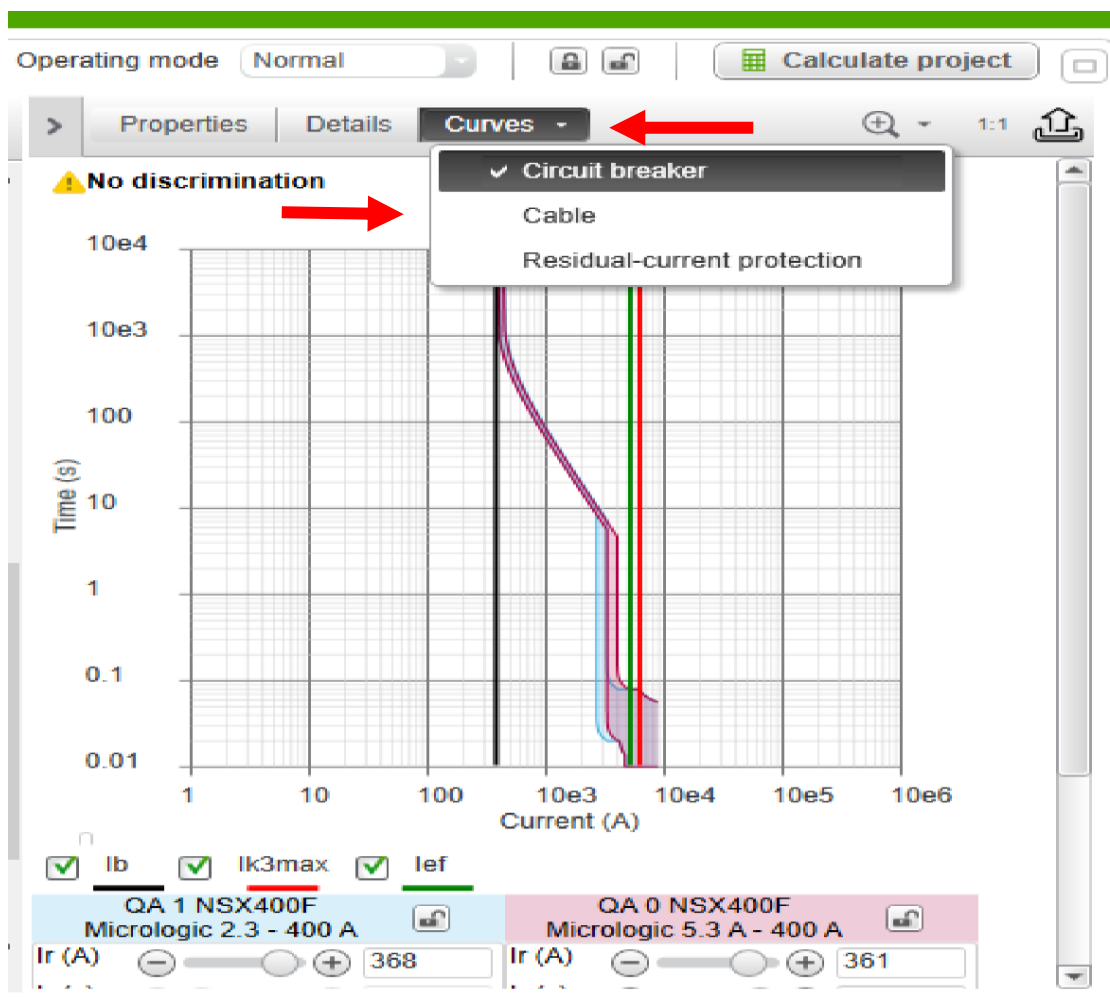


شکل ۲-۷۰: انتخاب یک قطع کننده مدار

## فصل دوم: راهنمای کاربردی نرم‌افزار اکودیال ■ ۷۵

اکنون بر روی دکمه (curves) کلیک می‌شود تا سه گزینه‌ی زیر برای نوع بررسی منحنی‌ها نمایش داده شود.

circuit breaker, cable, residual-current



شکل ۲-۷۱: بررسی نوع منحنی

متناسب با قطعه انتخاب‌شده یکی از سه گزینه معرفی‌شده در بالا را انتخاب می‌کنیم که در نهایت منحنی‌های مربوط به آن نمایش داده می‌شود.



محاسبات الکتریکی مطابق با IEC 60364 و CENELEC TR 50480 است.

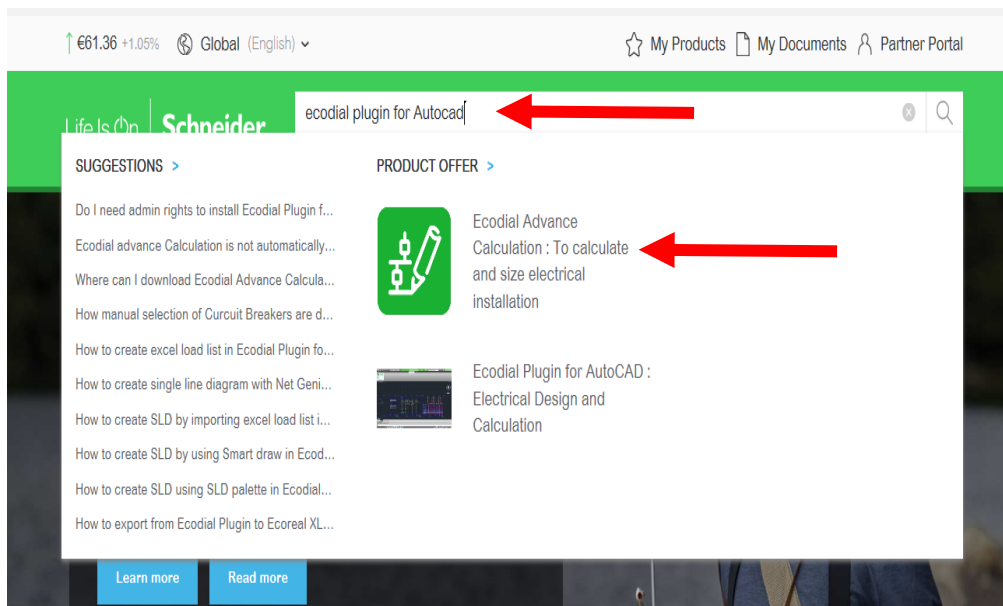
## آموزش نصب پلاگین اکودیال بر روی نرم افزار اتوکد الکتریکال

۱- به سایت اشنایدر الکتریک از طریق لینک زیر مراجعه شود:

<https://www.schneider-electric.com/ww/en/>

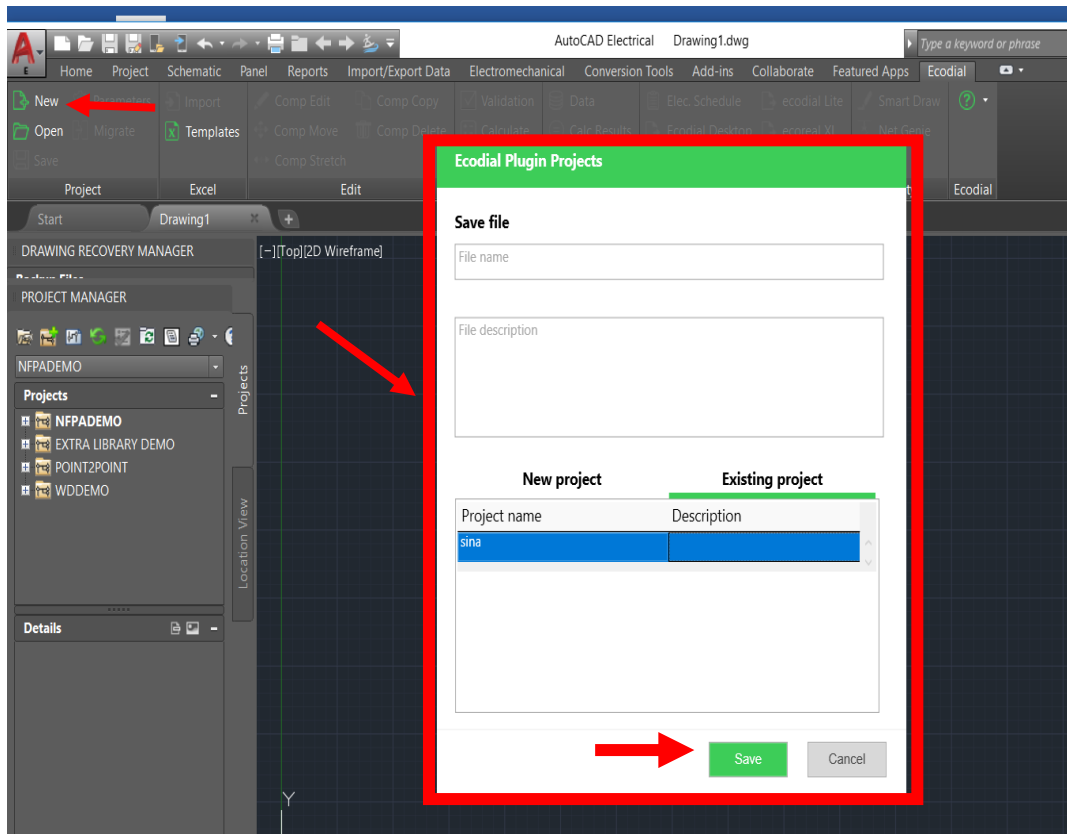
۲- در قسمت جست و جوی سایت اشنایدر عبارت ecodial plugin for autocad را جست و جو کنید.

- هنگام جستجو می توان آیکون مربوطه را که در تصویر زیر آمده است انتخاب کرد و به صفحه مورد نظر وارد شد.



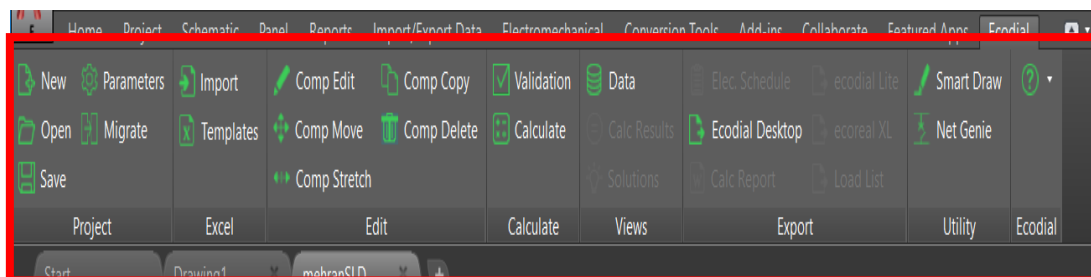
شکل ۲-۱۳۷: جست و جوی پلاگین اکودیال

۹- رای شروع کار با این پلاگین مانند محیط کار اکودیال ابتدا گزینه NEW انتخاب می شود، با انتخاب گزینه پروژه جدید، پنجره ای جهت وارد کردن اطلاعات پروژه (نام پروژه و ...) ظاهر می شود.



شکل ۲-۱۴۲: ایجاد پروژه جدید در پلاگین

- با انتخاب گزینه save، حال می توان طراحی شبکه را شروع و تمامی محاسبات و تحلیل های لازم را از طریق گزینه هایی که در قسمت tool box قرار دارد انجام داد.



شکل ۲-۱۴۳: جعبه ابزار محیط پلاگین اکودیال

- با کلیک بر روی لینک ارسال شده از طرف سایت اشنایدر کاربر به صفحه‌ی دانلود فایل مطابق شکل ۲-۱۶۰ منتقل می‌شود. در این مرحله همان‌طور که در شکل مشاهده می‌گردد در قسمت مربوط به Login ایمیل کاربر و در قسمت password رمز عبوری را که کاربر از طریق ایمیل دریافت کرده است وارد می‌شود.



شکل ۲-۱۶۰: صفحه دانلود فایل تبدیل فرمت شده

- با دانلود فایل مربوطه و استخراج فایل داخل آن مشاهده می‌شود که فرمت پروژه از hil به فرمت قابل اجرا در اکودیال یعنی eac تبدیل شده است و می‌توان با اجرای نرم‌افزار و انتخاب گزینه open an existing project پروژه دانلود شده را در محیط اکودیال اجرا کرد.

### خروجی گرفتن از سوئیچ بوردها برای نرم‌افزار Rapsody

- از طریق این آموزش کاربر می‌تواند سوئیچ بوردهای دیاگرام تک‌خطی طراحی شده را بعد از محاسبه پروژه با خروجی گرفتن برای نرم‌افزار Rapsody در این نرم‌افزار تحلیل و بررسی کند. به عبارتی نوعی تبدیل فرمت پروژه در این میان انجام می‌شود زیرا فرمت پروژه‌ی اکودیال در

## تهیه گزارش از پروژه‌های طراحی شده در اکودیال

- تهیه گزارش ویژگی است که به کاربر کمک می‌کند تا انواع گزارش‌های مختلف را به صورت کامل از پروژه طراحی شده به دست آورد.

انواع گزارش‌های موجود شامل:

۱- گزارش کامل

۲- گزارش سرریز

۳- گزارش خطا

- شبکه‌ای مطابق شکل ۲-۱۸۰ طراحی شده است، با انتخاب گزینه calculate محاسبات پروژه انجام می‌شود، با اتمام محاسبات پروژه موردنظر می‌توان از شبکه‌ی طراحی شده انواع مختلف گزارش تهیه کرد باید توجه داشت که در صورت وجود خطا در محاسبات ابتدا باید خطاها رفع شود و شبکه اصلاحی دوباره محاسبه گردد.

The screenshot displays the software interface with a single-line diagram on the left and a properties panel on the right. The diagram shows a power source (Source 0) connected to a transformer (TA 5) and a switchgear (QA 0). Two distribution lines (WD 4 and WD 5) lead to two loads (AA 4 and AA 5). The properties panel for Load AA 5 is shown with the following values:

Load AA 5	
Sr (kVA)	104
Pr (kW)	88.3
Ir (A)	251
P.F.	0.85
Ku	1
Nbr. of circuits	1
Number and type of conductors	3Ph+N
ΔU tolerance (%)	4
Final load	Yes
Motors	No
Non-linear load	No
THDi3 (%)	0

شکل ۲-۱۸۰: مثالی از دیاگرام تک‌خطی

**فصل سوم:**  
**راهنمای تخصصی اکودیتال**

## اسامی قطعات

در جدول ۱-۳ حالت پیش فرض پیش وند نام قطعات بر اساس استاندارد IEC 81346-2 تعریف شده است، این استاندارد قوانین زیر را بسته به نوع تجهیزات تعیین می کند.

جدول ۱-۳: معرفی قطعات

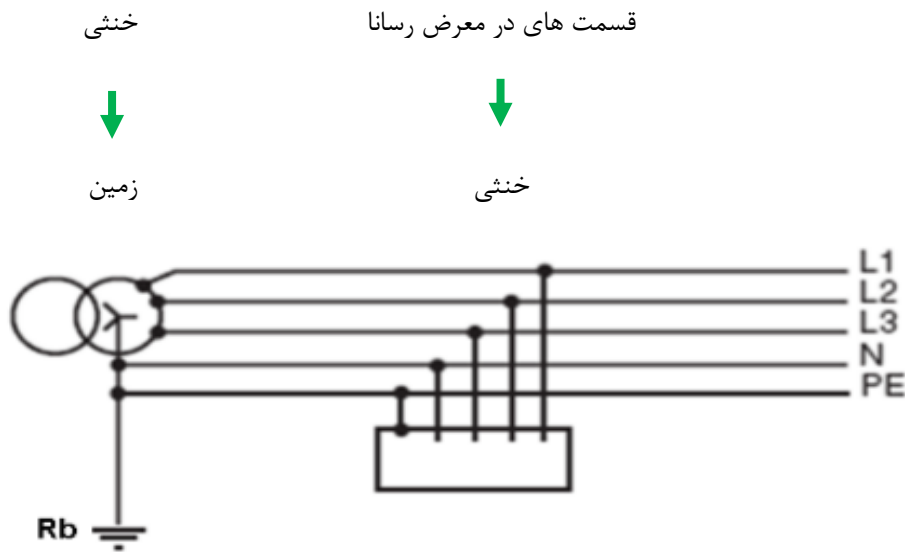
کد	تعریف IEC 81346-2	مثال ها	اجزا اکودیال
WD	حمل و نقل انرژی الکتریکی ولتاژ پایین ( $\geq 1000$ ولت یا $\geq 1500$ ولت dc (	هادی، کابل، زغال	کابل lv و تغذیه کننده باس بار و سیستم کانال تهویه (bts)
WC	توزیع انرژی الکتریکی با ولتاژ پایین ( $\geq 1000$ V یا $\geq 1500$ V dc.) ac.	باس بار، مرکز کنترل موتور، مونتاژ تابلو	باس بار و سیستم باس بار ترانگینگ
UC	تجهیزات محوطه و پشتیبانی انرژی الکتریکی	کابین، کپسول، مسکن	تابلوهای برق ولتاژ پایین
TA	تبدیل انرژی الکتریکی در حالی که نوع و شکل انرژی را حفظ می کند	مبدل AC / DC، مبدل فرکانس، ترانسفورماتور قدرت، ترانسفورماتور	MV / LV و LV / LV ترانسفورماتور
QA	سوئیچینگ و تنوع مدارهای انرژی الکتریکی	قطع کننده مدار، کنتاکتور،	قطع کننده مدار و کنتاکتور

جدول ۳-۳: سهم موتورهای آسنکرون به جریان های اتصال کوتاه

نوع تغذیه	موتور	قدرت کلی مجاز موتور هم زمان ( srm )	ارزش KM
تأمین توسط ترانسفورماتور MV / LV	بدون مبدل استاتیک	$< 25\%$ کل توان قدرت ترانسفورماتور ( $S_{rT}$ )	$\frac{5 \cdot \sum S_{rT}}{5 \cdot \sum S_{rT} + 1.1 \cdot S_{rM}}$

### انواع سیستم های زمینی

- سیستم  $TN - S$



شکل ۳-۴: سیستم TN-S



کلید قطع کننده ی مدار نسخه

Drawout Masterpact NT



کلید قطع کننده ی مدار نسخه

Withdrawable compact NSX



کلید قطع کننده ی مدار نسخه

Plug-in compact NSX

شکل ۳-۱۴: نمونه هایی از کلید های قطع کننده مدار withdrawable

## مکانیسم های عملکرد الکتریکی برای کلیدهای قطع کننده مدار و سوئیچ ها

اگر یک کلید یا سوئیچ نیاز به یک مکانیسم عملگر الکتریکی موتور داشته باشد، اکودیال تنها دستگاه هایی که این گزینه را ارائه می دهند انتخاب می کند.

- اگر گزینه مورد نیاز نیست، اکودیال راه حل ها را بدون این که گزینه را در نظر بگیرد پیشنهاد می دهد.
- در محل نتایج، اکودیال نشان می دهد که آیا این گزینه برای هر دستگاه وجود دارد.

## فعال کردن سوئیچ ها از راه دور

اگر باز کردن یک سوئیچ از راه دور مورد نیاز باشد، اکودیال تنها دستگاه هایی را که این گزینه را ارائه می دهند انتخاب می کند. برای مثال، این تابع برای تخلیه بار استفاده می شود.

اگر این گزینه درخواست نشده باشد، اکودیال تنها دستگاه هایی را انتخاب می کند که نمی توانند از راه دور باز شوند.

در غیاب یک نشانه (پارامتر روی گزینه Any تنظیم است.)، اکودیال راه حل ها را بدون در نظر گرفتن این گزینه پیشنهاد می دهد.



- قطع کننده‌های مدار مجهز به یک کنترل کننده قادر به مهار حفاظت حرارتی ( به‌عنوان مثال

( Micrologic 5

در این حالت، اکودیال اندازه‌گیری قطع کننده مدار و کابل را به ۱,۵ برابر جریان طراحی مدار می‌پذیرد.

### ضریب توان برای مدارات اتصال کوتاه در منابع LV

به‌طور پیش‌فرض Ecodial مقادیری را که از جدول ۱۱ در استاندارد IEC 60947-2 تهیه شده است، پیشنهاد می‌کند که شرایط آزمون مورد استفاده برای تعیین ظرفیت کلید قطع کننده مدار را مشخص می‌کند.

جدول ۳-۱۴: ضریب توان مدارات اتصال کوتاه در منابع LV بر اساس استاندارد IEC 60947-2

جریان اتصال کوتاه (kA)	ضریب توان برای مدارات اتصال کوتاه (PFsc)
$I_{kmax} \leq 3$	0.9
$3 < I_{kmax} \leq 4.5$	0.8
$4.5 < I_{kmax} \leq 6$	0.7
$6 < I_{kmax} \leq 10$	0.5
$10 < I_{kmax} \leq 20$	0.3
$20 < I_{kmax} \leq 50$	0.25
$50 < I_{kmax}$	0.2

### محاسبه امپدانس فاز منبع LV ، بر اساس $I_{k3max}$

$I_{k3max}$  برای محاسبه امپدانس فاز در شبکه بالادست (جریان رو به بالا) استفاده می‌شود که توسط

منبع LV ارائه شده است.

$$Z_L = \frac{C_{max} \cdot U_r}{\sqrt{3} \cdot I_{k3max}} \quad (۱-۳)$$

$$R_L = Z_L \cdot PF_{Sc} \quad (۲-۳)$$

$$X_L = \sqrt{Z_L^2 - R_L^2} \quad (۳-۳)$$

$U_r$ : ولتاژ فاز به فاز (V)

$I_{k3max}$ : حداکثر جریان اتصال کوتاه سه فاز (A)

$C_{max}$ : عامل ولتاژ ( تغییرات اصلی زیر گزارش Cenelec TR50480 )

$PF_{Sc}$ : ضریب توان برای مدارات اتصال کوتاه در منابع LV

$Z_L$ : امپدانس فازها ( $\Omega$ )

$R_L$ : مقاومت فازها ( $\Omega$ )

$X_L$ : اندوکتانس فازها در فرکانس ۵۰ هرتز ( $\Omega$ )

بسته به نوع سیستم زمین، تعدادی وابستگی بین جریان های اتصال کوتاه مختلف ( $I_{k3max}$ ,  $I_{k1min}$ )

( $I_{ef}$ ,  $I_{ef2min}$ ) وجود دارد که باید وارد شوند. Ecodial همگرایی بین پارامترها را بررسی می کند.

### محاسبه امپدانس خنثی منبع LV بر اساس $I_{k1min}$

$I_{k1min}$  برای محاسبه امپدانس های خنثی (در صورت توزیع خنثی) در شبکه بالادست استفاده می شود

که توسط منبع LV ارائه شده است.

$$Z_N = \frac{C_{min} \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3}}}{I_{k1min}} - Z_L \quad (۴-۳)$$

$$R_N = Z_N \cdot PF_{Sc} \quad (۵-۳)$$

$$X_N = \sqrt{Z_N^2 - R_N^2} \quad (۶-۳)$$

بسته به نوع سیستم زمین، تعدادی وابستگی بین جریان‌های اتصال کوتاه مختلف ( $I_{k3max}$ ,  $I_{k1min}$ ) وجود دارد که باید وارد شوند. Ecodial همگرایی بین پارامترها را بررسی می‌کند.

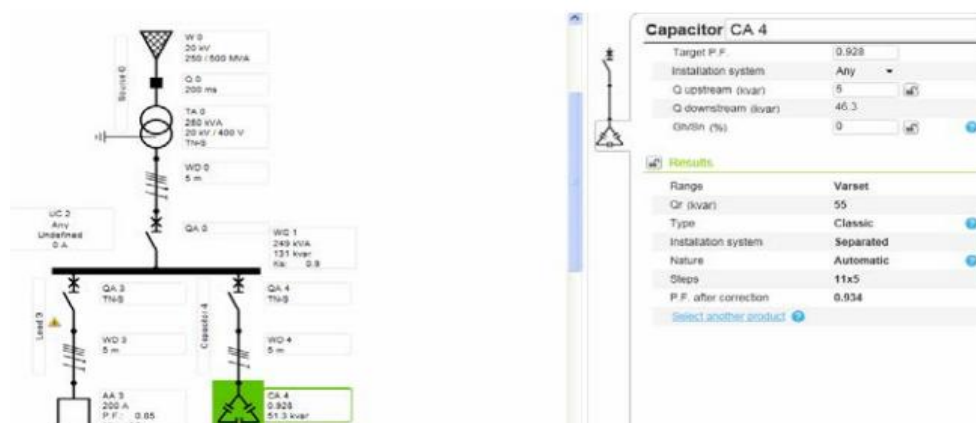
## سازگاری پارامترهای ورودی منبع LV

در جدول ۳-۱۵، بررسی‌های سازگاری توسط Ecodial بر روی پارامترهای ورودی منبع LV خلاصه شده است.

جدول ۳-۱۵: سازگاری پارامترهای ورودی منبع LV

شرایط عدم انطباق	کی و کجا؟	توجیه
$I_{k1min} \leq I_n$	انواع سیستم‌های زمینی با خنثی توزیع شده است.	$I_{k1min}$ ممکن است کمتر از جریان نامی باشد.
$I_{k3max} \times \frac{C_{min}}{C_{max}} < I_{k1min}$	انواع سیستم‌های زمینی با خنثی توزیع شده.	$I_{k3max} / I_{k1min}$ خیلی پایین است این منجر به امپدانس خنثی منفی می‌شود.
$I_{ef} \leq I_n$	سیستم TN-S بدون اتصال بی‌سیم (اتصال هم‌پتانسیل) در نزدیکی نقطه اتصال. TN-C	خطای جریان ممکن است کمتر از جریان نامی باشد.
$I_{k3max} \times \frac{C_{min}}{C_{max}} < I_f$	سیستم TN-S بدون اتصال بی‌سیم در نزدیکی نقطه اتصال. سیستم TN-C بدون خنثی توزیع شده و بدون اتصال بی‌سیم در نزدیکی نقطه اتصال.	$I_{k3max} / I_{ef}$ خیلی کم است این نتیجه در امپدانس PE (N) منفی است.

$$\text{نسبت} = \frac{51.3}{250} = 20.5\% (> 15\%)$$



برای اطلاعات بیشتر: شکل ۳-۲۱: مثال برای بانک خازنی اتوماتیک

[http://www.electrical-installation.org/enwiki/Power\\_factor\\_correction\\_and\\_harmonic\\_filtering](http://www.electrical-installation.org/enwiki/Power_factor_correction_and_harmonic_filtering)

## انواع بانک‌های خازنی LV

اساس

نوع بانک خازنی بر اساس سطح اختلالات هارمونیکی در نقطه اتصال بانک خازنی تعیین می‌شود. جریان هارمونیک در نصب، منجر به ولتاژهای هارمونیکی در پایانه‌های خازن‌ها می‌شود که می‌تواند جریان‌های بیش‌ازحد را در فرکانس‌های هارمونیکی ایجاد کند.

محاسبه سطح اختلال هارمونیک  $Gh / Sn$  در نصب

نوع بانک خازنی با محاسبه نسبت  $Gh / Sn$ ، نشان‌دهنده سطح اختلالات هارمونیک در نصب است:

$Gh$ : عبارت است از کل قدرت ظاهری (kVA) بارهای هارمونیک متصل به پایین‌دست شبکه (مدار)

LV ( فشار ضعیف ) تابلوی توزیع (MLVS).

$Sn$ : قدرت ظاهری ترانسفورماتور (ها) تأمین‌کننده MLVS

- ظرفیت شکستن تک قطبی در ولتاژ فاز به فاز بیشتر از جریان خطای دو فاز

جریان های اتصال کوتاه  $I_{k1max}$  و  $I_{k2max}$ ،  $I_{k3max}$  مطابق با گزارش فنی Cenelec TR50480 محاسبه می شوند.

برای جریان دوگانه، Ecodial بررسی می کند که ظرفیت شکستن در ولتاژ فاز به فاز بیشتر از:

- جریان IEF مطابق با گزارش فنی Cenelec TR50480 محاسبه شده است.
- ۰,۱۵ برابر جریان اتصال کوتاه ۳ فاز در نقطه مورد نظر، اگر این جریان کمتر یا برابر  $10\ 000\ A$  باشد.
- 0.25 برابر جریان اتصال کوتاه ۳ فاز در نقطه مورد نظر، اگر این جریان بیشتر از  $10\ 000\ A$  باشد.

### ظرفیت شکست تک قطبی در ولتاژ فاز به نول در سیستم TN

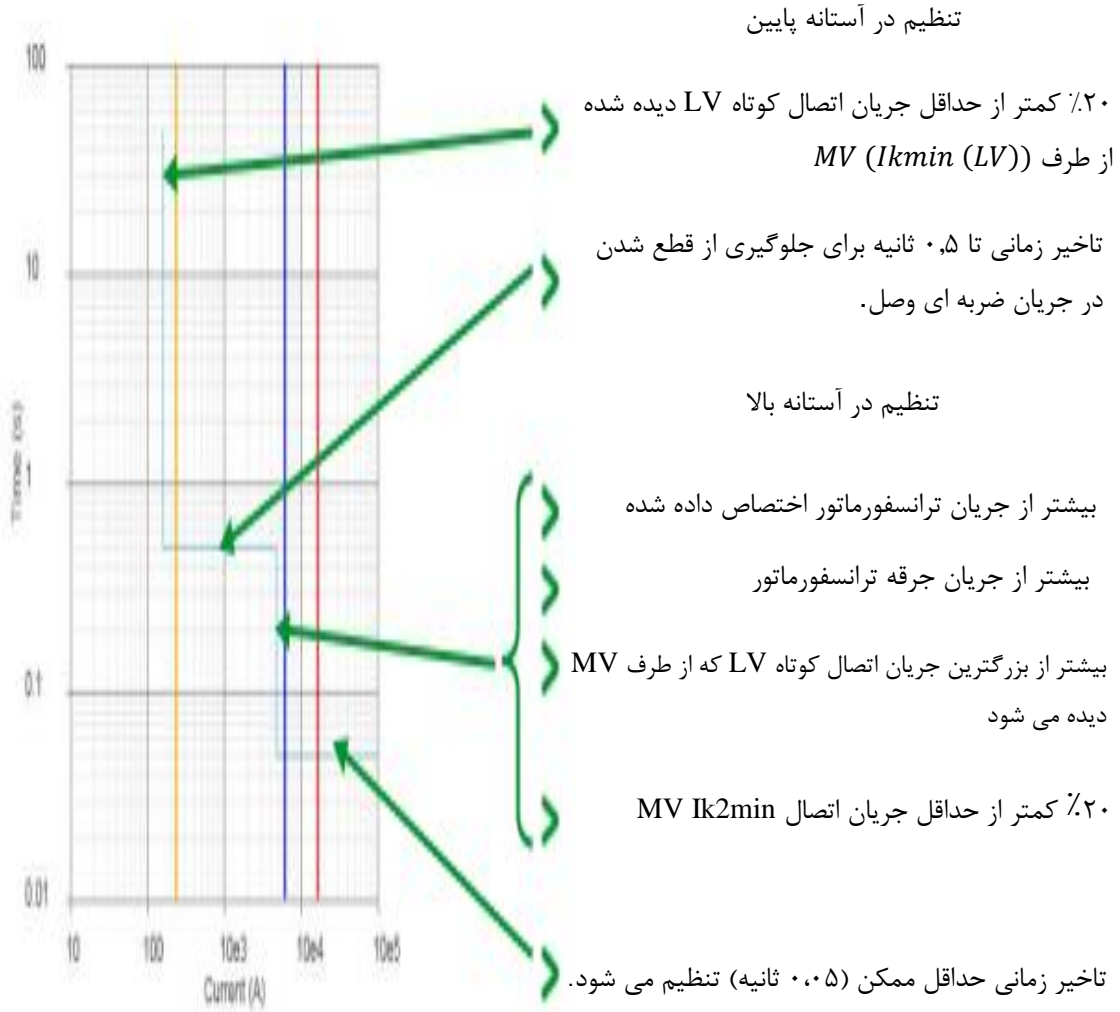
برای تأسیسات TN، دستگاه های محافظ باید بتوانند جریان خطای دو فاز روی تک قطبی را در ولتاژ فاز به نول بشکنند.

هیچ اشاره خاصی در استاندارد IEC 60364 وجود ندارد، اما هر نسخه Ecodial برای تمام دستگاه های محافظتی این بررسی را انجام می دهد و ظرفیت شکست تک قطب را در ولتاژ فاز به نول نشان می دهد که متفاوت از ظرفیت شکست ICU دستگاه است.

### توزیع خط تغذیه برای سیستم کانال میله جریان (BTS) (توزیع تغذیه کننده برای کانال باس)

توزیع فیدر برای انتخاب اینکه آیا نقاط ضربه زدن بر روی BTS از همدیگر یکسان اند (یکنواخت) یا نه (غیریکنواخت) استفاده می شود. این انتخاب تأثیری بر کاهش ولتاژ و جریان های اتصال کوتاه دارد.

Ecodial محاسبه تنظیمات پیش فرض با ۲ آستانه مشخص زمانی برای تشخیص اتصال کوتاه در بالادست ترانسفورماتور را انجام می‌دهد.



شکل ۳-۲۵: منحنی‌های تریپ رله دیجیتال

علاوه بر تنظیمات پیش فرض ، Ecodial مجموعه‌ای از پارامترها را برای تنظیمات دستی فراهم می‌کند: