

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни

«Прикладні комплексні пакети програм в електромеханіці»

вибіркових компонент

освітньо-професійної програми першого(бакалаврського) рівня вищої освіти

Електромеханіка

**за темою – Огляд програмних продуктів
для моделювання електричних схем**

Харків 2022

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2022 № 8

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 22.08.2022 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2022 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 15.08.2022 № 1.

Розробник: к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання Волканін Є.Є.

Рецензенти:

1. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

План лекцій:

1. Програмний комплекс KiCad.
2. Пакет програмного забезпечення Proteus Professional.
3. Система ElectriCS Storm.
4. Програма Electric.
5. Програмне забезпечення SEE Electrical Expert.

Рекомендована література:**Основна література:**

1. Numerical Modelling and Design of Electrical Machines and Devices, Kay H&am eyer Ronnie Belmans, Katholieke Universiteit, Belgium, 2009
2. Classroom Manual for Automotive Electricity And Electronics, Fifth Edition, Barry Hollembeak, 2011 Delmar, Cengage Learning
3. Electrical Machine Drives Control, An Introduction, Juha Pyrhönen, Valéria Hrabovcová, R.ScottSemken, 2016 John Wiley & Sons Ltd.
4. AutoCAD Electrical 2021 for Electrical Control Designers, 12th Edition
5. AutoCAD Electrical 2022 Black Book (Colored), Cadcamcae Works (May 6, 2021), 496 pages
6. An Introduction to ANSYS Fluent 2022, Available August 29, 2022, By John E. Matsson Ph.D., P.E. Beginner – Intermediate, 688 pages
7. Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 2022, Available August 5, 2022, By Huei-Huang Lee. Beginner – Intermediate, 618 pages
8. ANSYS Tutorial Release 2022, Published July 8, 2022, By Kent L. Lawrence, Beginner, 194 pages

Допоміжна література:

1. PRINCIPLES OF ELECTRIC MACHINES AND POWER ELECTRONICS, THIRD EDITION, DR. P. C. SEN, 2014
2. Jan A. Melkebeek, Electrical Machines and Drives, Fundamentals and Advanced Modelling, Springer International Publishing AG 2018
3. Austin Hughes, Electric Motors and Drives Fundamentals, Types and Applications, Third edition, 2006

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. <https://sourceforge.net/projects/kicad/>
2. https://proteus.no/Download/Started_utdrag.pdf
3. <https://softico.it/solutions/elektroenergetika/electrics-storm/>
4. <https://iowin.net/ru/elektrik/>

Текст лекції

1. Програмний комплекс KiCad.

KiCad — програмний комплекс класу EDA з відкритим вихідним кодом, що розповсюджується за ліцензією GNU GPL, призначений для розробки електричних схем та друкованих плат. Кросплатформність компонентів KiCad забезпечується використанням бібліотеки wxWidgets. Підтримуються операційні системи Linux, Windows NT 5.x, FreeBSD та Solaris.

Розробники - Жан-П'єр Шарпа (фр. Jean-Pierre Charras), дослідник у LIS (фр. Laboratoire des Images et des Signaux - лабораторія зображень і сигналів) і викладач електроніки та обробки зображень у фр. IUT de Saint Martin d'Hères (Франція), Хав'єр Серрано, Мацей Суминський та Томаш Влостовський із ЦЕРН.

Програми, що входять до KiCad

- менеджер проектів;
- eeschema - редактор електричних схем;
- вбудований редактор символів схем (бібліотечних компонентів);
- pcbnew - редактор друкованих плат;
- вбудований редактор образів посадкових місць (бібліотечних компонентів);
- 3D Viewer - 3D-переглядач друкованих плат на базі OpenGL (частина pcbnew);
- gerbview - переглядач файлів Gerber (фотошаблонів);
- svrpcb - програма для вибору посадкових місць, що відповідають компонентам на схемі; wyoeditor — текстовий редактор для перегляду звітів.

Функції компонентів KiCad.

Eeschema забезпечує:

- створення однолистових та ієрархічних схем,
- перевірку їхньої коректності ERC (контроль електричних правил),
- створення списку електричних ланцюгів netlist для редактора топології плати pcbnew або для Spice-моделювання схеми,
- доступ до документації на використовувані у схемі електронні компоненти (datasheet).

Pcbnew забезпечує:

- розробку плат, що містять до 16 шарів міді та до 12 технічних шарів (шовкографія, паяльна маска тощо),
- вихід на зовнішні трасувальники з'єднань за допомогою генерації опису плати на Specctra Design Language (on-line FreeRoute та ін.),
- генерацію технологічних файлів для виготовлення друкованих плат (Gerber-файли для фотоплотерів, файли свердловок та файли розміщення компонентів),

- пошаровий друк схем та креслень друкованих плат на принтері або плоттері (у форматах PostScript, HPGL, SVG та DXF), з рамкою формату або без неї.

Gerbview дозволяє переглядати файли Gerber.

Бібліотеки електронних компонентів. У складі KiCad поставляються бібліотеки електронних компонентів (як звичайних вивідних, так і SMD, що поверхово монтуються). Для багатьох бібліотечних компонентів є 3D моделі, створені в Wings3D. Компоненти та посадкові місця корпусів можна асоціювати з документацією, ключовими словами та здійснювати швидкий пошук компонента за функціональним призначенням.

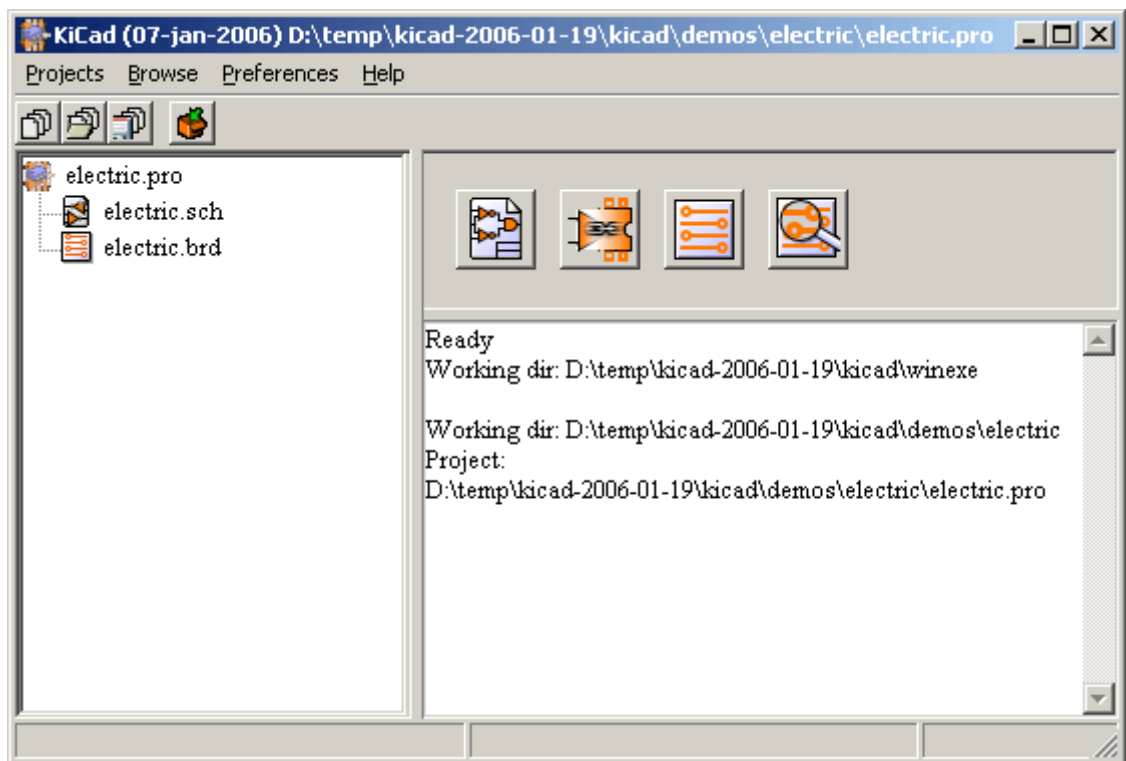


Рисунок 1 – Вікно менеджера проектів kicad

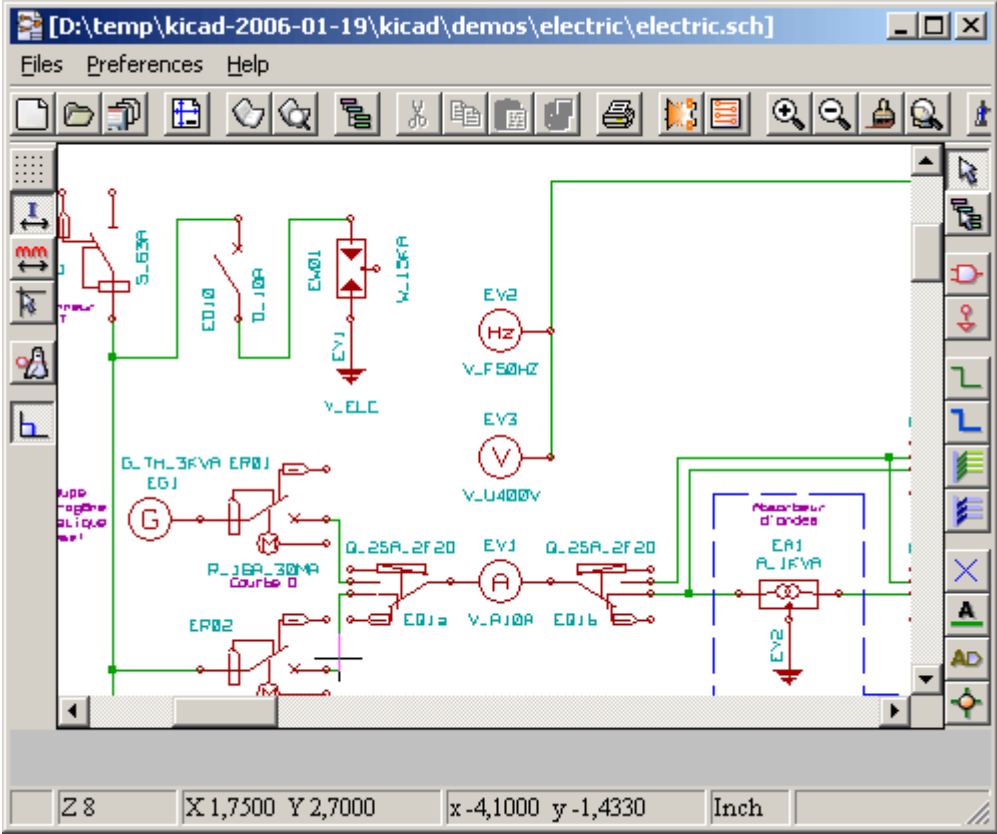


Рисунок 2 – Вікно редактора електричних схем eeschema

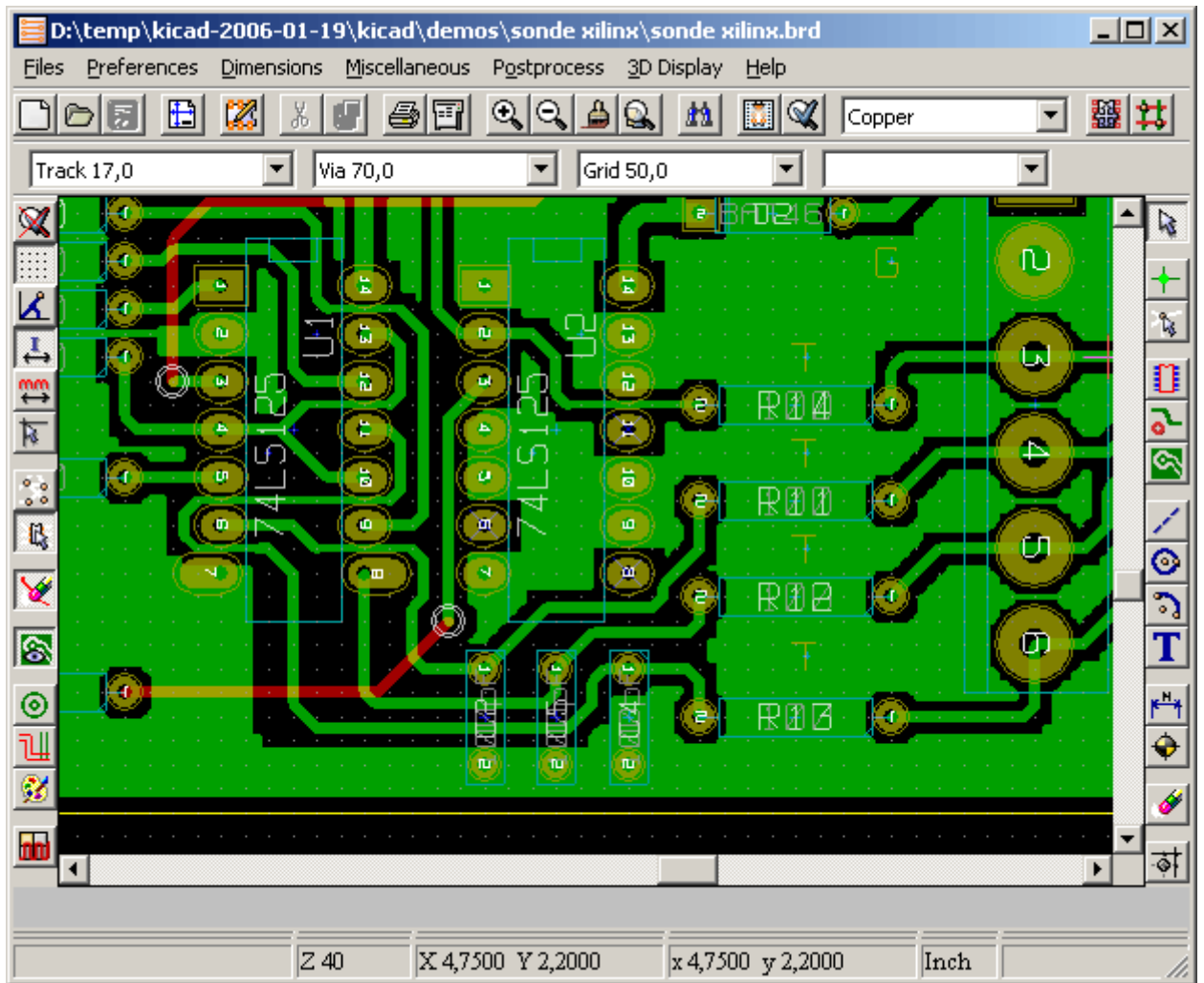


Рисунок 3 – Вікно редактора друкованих плат pcbnew

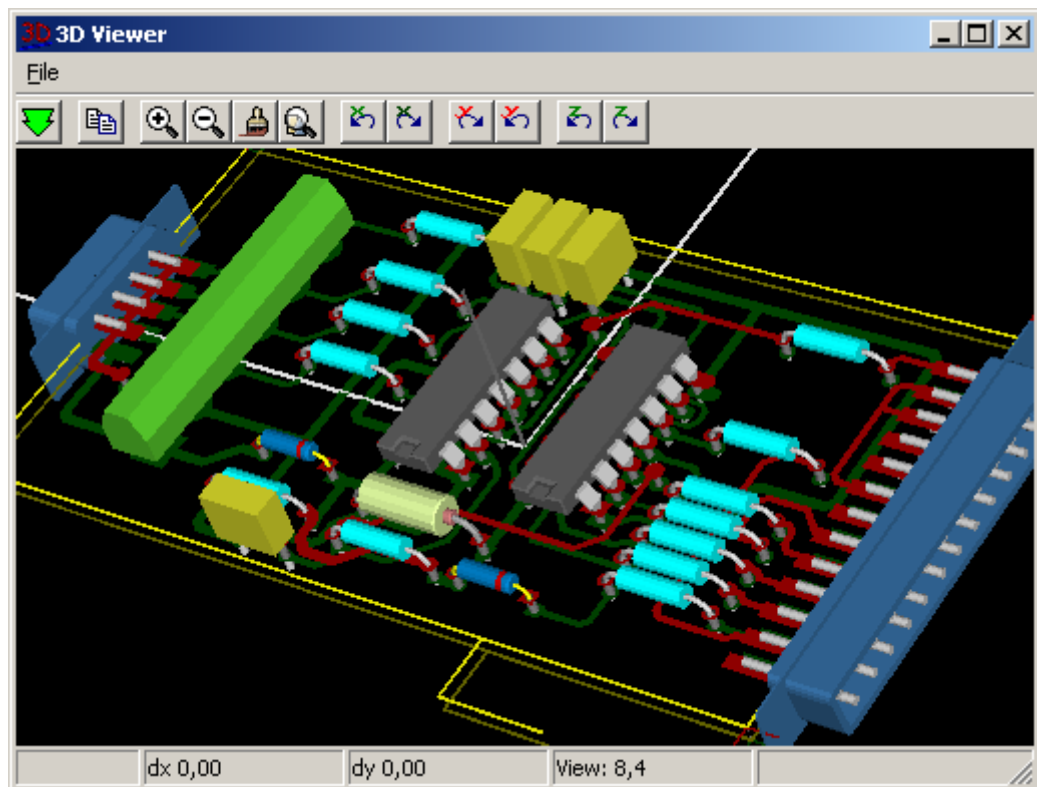


Рисунок 4 – Тривимірний вигляд друкованої плати у 3D Viewer pcbnew

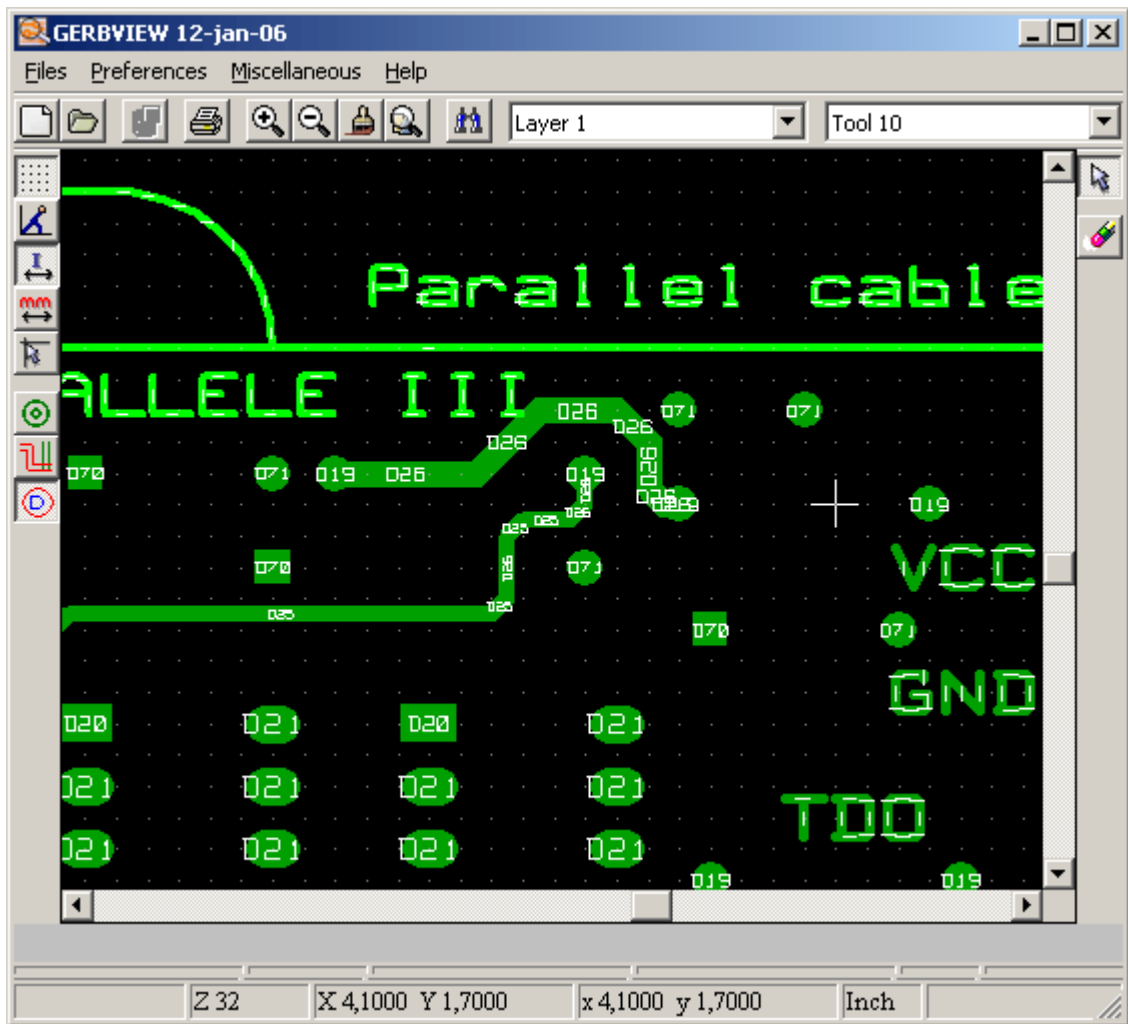


Рисунок 5 – Перегляд фотошаблону в gerbview

2. Пакет програмного забезпечення Proteus Professional.

Proteus – це пакет програм для автоматизованого проектування електронних схем. Пакет є системою схемотехнічного моделювання, що базується на основі моделей електронних компонентів прийнятих в PSpice. Відмінною рисою пакету Proteus Professional є можливість моделювання роботи програмованих пристроїв: мікроконтролерів, мікропроцесорів, DSP та інше. Додатково до пакету Proteus входить система проектування друкованих плат. Proteus Professional може симулювати наступні мікроконтролери: 8051, ARM7, AVR, Motorola, PIC, Basic Stamp. Бібліотека компонентів містить довідкові дані.

Підтримує МК: PIC, 8051, AVR, HC11, MSP430, ARM7/LPC2000 та інші поширені процесори. Більше 6000 аналогових та цифрових моделей пристроїв. Працює з більшістю компілятором та асемблерами. PROTEUS VSM дозволяє дуже достовірно моделювати і налагоджувати досить складні пристрої, в яких може міститися кілька МК одночасно і навіть різних сімейств в одному пристрої!

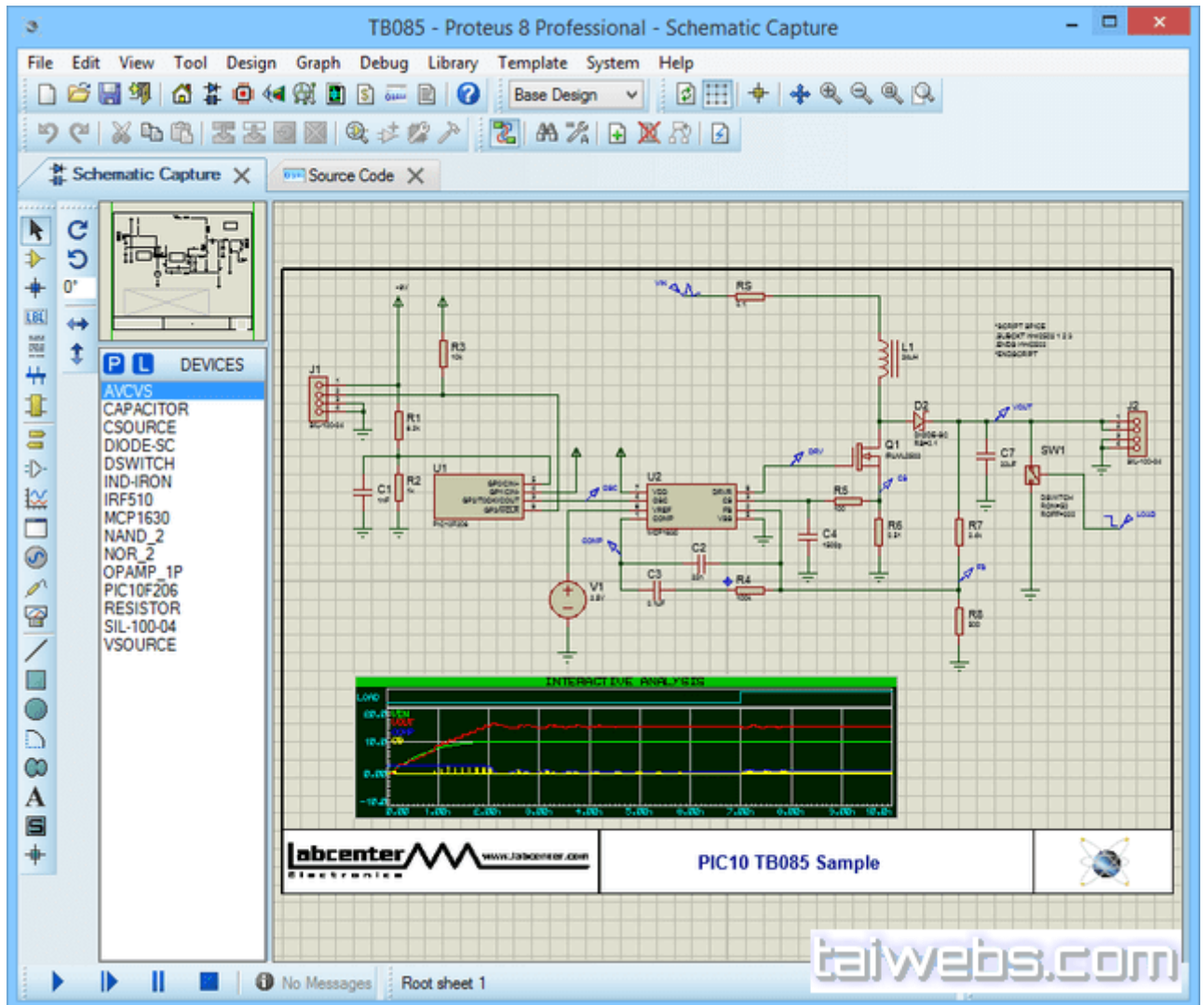


Рисунок 6 – Інтерфейс Proteus Professional

Ви повинні ясно розуміти, що моделювання електронної схеми не зовсім точно повторює роботу реального пристрою. Але для налагодження алгоритму роботи МК цього більш ніж достатньо. PROTEUS містить величезну бібліотеку електронних компонентів. Відсутні моделі можна зробити. Якщо компонент, що не програмується, потрібно на сайті виробника завантажити його SPICE модель і додати у відповідний корпус.

Proteus 8 складається з 6 основних модулів:

- Application Framework. Тепер Proteus 8 складається з однієї програми з великою кількістю модулів (ISIS, BOM, ARES, 3D Viewer і т.д.). Модулі можна відкривати у вкладках у вікні програми, можна перетягувати та створювати додаткові вікна, а також переглядати кілька вкладок одразу. Це дозволяє працювати не тільки з ISIS та ARES, як це було в попередніх версіях, але й з іншими модулями, наприклад ISIS та VSM Studio для налагодження, ISIS та специфікація для звіту, ARES та 3D Viewer для перевірки.

- Common Parts Database. Єдина база даних компонентів забезпечує обмін даними між модулями Proteus у поточному проекті. Елементи є фізичні компоненти на друкованій платі й те водночас є логічні елементи на схемі.

- Live Netlisting. Живий список з'єднань, доступний усім модулям, дозволяє відображати зміни в реальному часі. Зміни схеми призводять до змін друкованої плати та у свою чергу, до зміни специфікації.

- 3D Viewer. При 3D перегляді, крім OpenGL, підтримується графіка DirectX, додана багатопоточність для збільшення швидкості візуалізації. Також використовується живий список з'єднань, тому зміни внесені до ARES відображаються у 3D Viewer.

- Bill of Materials. Абсолютно новий модуль роботи із документацією до проекту. Можливість зберігати специфікації у популярних форматах PDF, HTML та Excel.

- VSM Studio. Вбудоване середовище розробки, що дозволяє моделювати та налагоджувати свій проект у Proteus VSM, а також автоматично налаштувати компілятор під конкретну прошивку.

PROTEUS VSM чудово працює з популярними компіляторами Сі для МК: - CodeVisionAVR (для МК AVR) - IAR (для будь-яких МК) - ICC (для МК AVR, msp430, ARM7, Motorola) - WinAVR (для МК AVR) - Keil (для МК архітектури 8051 та ARM) - HiTECH (для МК архітектури 8051 та PIC від Microchip) — Програма PROTEUS VSM ідеально підходить для новачків, які вирішили розпочати вивчення мікроконтролерів.

Вимоги до системи:

Операційна система: Microsoft Windows XP або пізніша версія (рекомендується для Windows 7 64 bit і вище)

Процесор: Процесор Intel з тактовою частотою 2 ГГц або швидше (процесор AMD хороший, але менш оптимізований)

Графічний процесор: відеокарта з підтримкою OpenGL версії 2.0 і вище, та/або Direct 3D та Multi-зразка (обліковий запис).

Пам'ять: ОЗУ 3 ГБ (рекомендовано 8 ГБ).

3. Система ElectriCS Storm.

Система ElectriCS Storm призначена для автоматизованого проектування блискавкозахисту, заземлення та електромагнітної сумісності промислових та енергетичних об'єктів.

Основні функції програми:

- автоматизований розрахунок та побудова зон захисту блискавковідводів;

- побудова горизонтальних та вертикальних перерізів зон блискавковідводів;

- розрахунок багаторазових стрижневих та тросових блискавковідводів;

- перегляд аксонометричного 3D виду будівель та споруд, що потребують блискавкозахисту;

- перегляд аксонометричного 3D виду зон захисту, отриманих у результаті розрахунку;
- автоматизований розрахунок штучних та природних заземлювачів;
- спеціалізований розрахунок заземлення підстанцій;
- розрахунок електромагнітної обстановки;
- графічний введення цифрової інформації: координат будівель, споруд та пристроїв блискавкозахисту;
- введення кабельних трас та кабелів з існуючих креслень та системи кабельної розкладки ElectriCS 3D;
- введення природних та штучних заземлювачів як вручну, так і з існуючих креслень;
- перегляд результатів розрахунку для кабельних трас та кабелів у вигляді діаграм;
- виведення результатів розрахунків у форматі MS Word;
- виведення результатів розрахунку у вигляді 3D поверхні, колірного поля та ізоліній (наприклад, у BricsCAD);
- виведення 2D/3D видів заземлювачів та його вузлів, кабельних трас, кабелів, реакторів, точок контролю тощо.

Система ElectriCS Storm має статус сертифікованого програмного забезпечення (сертифікат відповідності № РОСС RU.СП15.Н00354) та призначена для автоматизованого проектування блискавкозахисту, заземлення та електромагнітної сумісності промислових та енергетичних об'єктів. Застосування ElectriCS Storm дозволяє значно підвищити продуктивність праці проектувальників щодо розрахунку блискавкозахисту, заземлення та електромагнітної обстановки та підвищити якість проекту за рахунок можливості багатоваріантного проектування. Програма складається з чотирьох підсистем:

- розрахунку блискавкозахисту (РМЗ)
- класичного розрахунку заземлювальних пристроїв (РЗП)
- спеціалізованого розрахунку заземлення підстанцій (РЗП)
- розрахунку електромагнітної обстановки (ЕМО)

Підсистема РМЗ призначена для автоматизованого розрахунку та побудови зон захисту блискавковододів, а також горизонтальних та вертикальних перерізів цих зон. Розрахунок та побудова зон захисту може виконуватися відповідно до різних керівних документів:

- СО 153-34.21.122-2003 «Інструкція з влаштування блискавкозахисту будівель, споруд та промислових підприємств»
- РД 34.21.122-87 «Інструкція з влаштування блискавкозахисту будівель та споруд»
- СТО Газпром 2-1.11-170-2007 «Інструкція з влаштування блискавкозахисту будівель, споруд та комунікацій».

Підсистема РМЗ забезпечує розрахунок багаторазових стрижневих та тросових блискавковододів. Результати розрахунків виводяться у вигляді табличних документів MS Word. Підсистема РЗП призначена для

автоматизованого розрахунку штучних та природних заземлювачів. У підсистемі РЗП передбачено два види розрахунків: розрахунок опору розтіканню та розрахунок напруги дотику.

Розрахунок заземлення підстанцій (підсистема РЗП) здійснюється для підстанцій напругою 3 кВ та вище з одночасною оптимізацією параметрів заземлювального пристрою за критерієм мінімуму витрати металу. Оптимізація може здійснюватися:

- за умови допустимого опору розтіканню
- за умовою допустимої напруги дотику (тільки для підстанцій напругою 110 кВ та вище)
- за умови допустимого опору розтіканню та напрузі дотику (тільки для ПС напругою 110 кВ і вище).

Підсистема РЗП дозволяє виконувати розрахунок заземлювачів при фіксованих значеннях основних параметрів з урахуванням впливу природної провідності залізобетонних стійок під обладнання на величину електричних характеристик заземлювального пристрою. Також передбачена можливість розрахунку ЗУ ПС напругою 110 кВ і вище з постійним і змінним кроком осередків заземлювальної сітки (при розрахунку ЗУ по допустимому опору розтіканню змінний крок осередків сітки прийнятий збільшується від периферії до центру заземлюючої сітки, при цьому перший і наступні кроки, Дорівнюють будь-яким числам більше нуля).

Підсистема ЕМО призначена для автоматизованого розрахунку електромагнітної обстановки та вирішення задач електромагнітної сумісності. Розрахунки здійснюються на основі наступних матеріалів:

- СО 34.35.311-2004 «Методичні вказівки щодо визначення електромагнітної обстановки та сумісності на електричних станціях та підстанціях»;
- СТО 56947007-29.240.044-2010 «Методичні вказівки щодо забезпечення електромагнітної сумісності на об'єктах електромережевого господарства»;
- СТО 56947007-29.130.15.114-2012 «Керівні вказівки щодо проектування заземлювальних пристроїв підстанцій напругою 6-750 кВ.

Системні вимоги Операційна система Windows XP 32 bit, Windows Vista 32/64 bit, Windows 7 32/64 bit. Для встановлення програми потрібні права адміністратора. Програмне забезпечення MS Office Word 2003/2007/2010. AutoCAD 2007/2008/2009/2010/2011/2012/2013/2014. BricsCAD V13/V14. nanoCAD v.2/2.5. Апаратні вимоги Процесор Intel Pentium IV 1ГГц чи вище. Монітор 1024 768 True Color. CD-ROM для встановлення програми. Відеокарта підтримує стандарти Windows. Миша або інші пристрої вказівки, які підтримуються операційною системою. Оперативна пам'ять – 512 Мб або вище. Вільне місце на жорсткому диску – 100 Мб (мінімум).

4. Програма Electric.

Electric 9.01 – це багатофункціональна утиліта для виконання різноманітних електротехнічних розрахунків. З її допомогою можна визначити потужність струму, опір ланцюга, рівень споживання електрики, напруга. Ще одним важливим компонентом утиліти є візуальний редактор для створення приблизних планів прокладання кабелів.

Можливості. Electric 9.01 – це остання на даний момент і найпроробленіша версія) пропонуються готові методики розрахунку контуру заземлення та фази. Також тут є формули для обчислення електричної ємності провідників, заземлення, індуктивності, коефіцієнта потужності, електрорушійної сили (ЕРС), частоти обертання і так далі. Тобто, щоб дізнатися той чи інший параметр, достатньо лише вбити в програму наявні значення – результат обчислень за формулою буде показаний миттєво.

Також тут є інструмент, що дозволяє перевіряти вибраний перетин на:

- прогрів;
- корону;
- економічну густину струму;
- різку втрату напруги.

Electric 9.01 цілком може допомогти майстру у підборі кабелів відповідно до ПУЕ (правил пристрою електроустановок). Оптимальний варіант кабелю тут обчислюється з урахуванням температури та діаметра провідника.

У програмі можна знайти досить великий довідник з інформацією для професіоналів у сфері електрики. Якщо конкретніше, у довідковому блоці можна знайти відомості:

- про важливі з погляду електрифікації параметри металів;
- про масу тих чи інших провідників;
- про трансформатори для проведення дугового зварювання і т.д.

Також тут є перелік електротехнічної номенклатури для побутової техніки та нормативи питомої потужності для об'єктів різного типу.

Electric 9.01 допомагає виконати не лише технічні, а й суто економічні розрахунки. Використовуючи програму, можна розрахувати вартість робіт з урахуванням цін на матеріали (ці ціни користувач може вбити сам) та прайсу на послуги (утиліта без проблем працює з прайсами у форматі Excel), а також обчислити ціну за певну кількість намотаних кіловат за приєднаною потужністю та по даних із лічильників 220/380 Вольт.

Плюси і мінуси. Насамперед варто сказати як про перевагу про дуже зручну та ненав'язливу графічну оболонку. Розраховувати найважливіші показники можна, не залишаючи головного вікна. А звернутися до додаткових опцій легко за допомогою кнопок, винесених на спеціальну панель, розташовану внизу. Практично в інтерфейсі Electric 9.01 немає нічого зайвого. Зрозуміло, ця утиліта не здатна допомогти у вирішенні всіх практичних завдань, з якими може зіткнутися електрик у процесі своєї діяльності. Це можна назвати мінусом. Є ще один недолік: розібратися в усіх

тонкощах програми не підготовленій людині буде досить складно. Крім того, в аспекті проектування Електрик v8.6 програє, наприклад, програмному продукту, як L'CAD. Однак загалом програма дуже корисна, і багато електриків відгукуються про неї позитивно.

5. Програмне забезпечення SEE Electrical Expert.

SEE Electrical Expert Логотип програми SEE Electrical Expert Тип САПР для Електротехніки та АСУТП Остання версія V4R1 SP2 (2013) ...

SEE Electrical Expert - професійне електричне програмне забезпечення, спеціально призначене для проектування функціональних та електричних принципових схем, для розробки та опису електричних кабельних систем, систем автоматики, систем енергопостачання, компонування електричних панелей та шаф, програмованих контролерів та інших систем.

Розробник: IGE+XAO

Операційна система: Microsoft Windows

Ліцензія: пропрієтарне ПЗ

Сайт: ige-xao.com/en/corp/prod

Огляд SEE Electrical Expert

Експерт серед ECAD-систем, який дозволяє підвищити якість проектування з урахуванням сучасних вимог, що висувуються до сучасного професійного програмного забезпечення та технологій автоматизації виробничих процесів, за рахунок використання впровадженої системи автоматичного контролю над процесом проектування електричних схем, проведення різноманітних перевірок та контролю електромагнітної сумісності обладнання, що використовується, використання різних автоматичних функцій щодо присвоєння позначення та нумерації різних елементів (блоків, роз'ємів, контактів з'єднувачів і клемних блоків, ліній зв'язків тощо), перевірки наповнюваності з'єднувачів, контролю здвоєності клем і правильності їх підключення, відповідність вибраних типів проводів сигналів у режимі реального часу та перевірки на наявність короткого замикання у ланцюзі.

SEE Electrical Expert – дозволяє ефективно вирішувати завдання, пов'язані з проектуванням електричних джгутів кабельної мережі за рахунок забезпечення сумісності між електричними схемами. Автоматично дозволяє провести трасування проводів з урахуванням ЕМС, а також надає автоматичні розрахунки по довжинах проводів у джгутах, визначення мас та діаметрів гілок джгутів. А також взаємодіє із системами тривимірного моделювання для уточнення геометрії та завдання різних вимог при монтажі на виріб, робота з PDM системами та повна підготовка конструкторської документації на електричну кабельну мережу по ЕСКД.

SEE Electrical Expert розроблений французькою компанією IGE+XAO, яка є лідером на ринку професійного електричного програмного забезпечення вже понад 35 років.

Основні переваги:

- використання можливості організації роботи кількох фахівців в одному проекті одночасно за рахунок використання єдиної електричної бази даних;
- налаштування різних параметрів та методів проектування, що дозволяє налаштувати систему під роботу фахівця;
- використання окремого модуля для повного проектування 2D джгутів, прокладання проводів та отримання повного комплексу документації на кабельну мережу в ЕСКД;
- конфігурування та управління різними версіями документів та листів проекту; керування перехресними посиланнями в режимі реального часу (наприклад, перехід між реле до його контактів на схемі);
- використання вбудованих механізмів контролю та перевірок на електромагнітну сумісність, заповненість електричного обладнання, перевірка на наявність короткого замикання у мережі тощо);
- використання вбудованого альбому символів, що включає понад 1000 елементів відповідно до різних міжнародних стандартів IEC, IEEE, тощо);
- визначення власних символів з наділенням різних параметрів та електричних характеристик; використання окремої електричної бази даних обладнання з інформації про постачальників, серійні номери та різні електричні параметри;
- оновлюваний електронний каталог обладнання, доступний в режимі онлайн з понад 600 000 деталей (ABB, Legrand, Eaton - Moeller Electric, Phoenix Contact, Rockwell Automation - Allen Bradley, Schneider Electric, Siemens, Socomes, WAGO, Weidmüller та інші);
- компоновання розподільчих щитів та контроль колізій, а також використання різних ілюстрацій;
- інтеграція з 3D системою для роботи із тривимірною моделлю розподільчого щита; проектування ПЛК-контролерів з можливістю автоматичної генерації карт вводу-виводу;
- безліч вбудованих шаблонів; автоматичне присвоєння позначень різним елементам схеми (клеми, роз'єми, контакти, лінії зв'язку тощо) автоматичне формування різних специфікацій та стандартних звітів з використанням власних шаблонів;
- наочне подання різних даних з можливістю фільтрації та сортування; автоматичне трасування сигналів у джгутах;
- автоматичне призначення та керування проводами;
- автоматичний розрахунок довжин дротів, мас та діаметрів гілок;
- імпорт/експорт даних під час роботи Autocad документами;
- експорт даних у різні формати PDF, BMP, JPG, TIFF тощо;
- експорт даних у XML для передачі даних з електричного проекту до різних систем:
- механічні CAD (Catia, Solidworks, Creo, NX, Inventor AutoCAD тощо);
- PDM (SmarTeam, WindChill, TeamCenter, SolidWorks ePDM, ...);

- ERP (SAP, ...);
- Різні спеціалізовані системи;
- 100% підтримка Unicode;
- використання підтримки багатомовності електричних схем для уникнення перемальовування схеми іншою мовою;
- використання різних скриптів розширення базового функціоналу.

Базова конфігурація: Control package

- створення та редагування електричних схем;
- управління символами (створення та редагування «розумних» символів);
- управління шаблонами проектів, листів та схем, використовуючи інтерфейс Explorer;
- керування версіями; розраховане на багато користувачів управління;
- автоматичне визначення точок з'єднань відповідно до напрямку кабелю;
- експорт у різні формати (BMP, JPG, TIFF, PCX, SVG, CGM); експорт проекту у PDF формат;
- автоматичне присвоєння позначень різним компонентам, проводам, а також використання формату користувача (можливість створення власного формату);
- відповідність різним стандартам та методам роботи (IEC стандарт...);
- повторне присвоєння позначень усьому або частини проекту (або зміна стандарту позначень, що використовуються в процесі проектування);
- управління еквівалентними мережами як реального часу;
- інструменти для малювання;
- керування перехресними посиланнями в режимі реального часу (підтримка перехресних посилань між аркушами проекту);
- вибір компонента відповідно до логічних обмежень (кількість використовуваних і доступних контактів);
- контроль даних (визначення короткого замикання, перевірка посилань тощо. буд.) використовувати різні системні функції Windows для зручності роботи: "drag-and-drop", копіювання\вставка, можливість скасування дій, контекстні меню (випадають списки), панелі іконок та інше.

Розширена конфігурація: Harness Package. SEE ELECTRICAL EXPERT — Harness Package включає всі необхідні інструменти для розробки повної конструкторської документації на електричну кабельну мережу. Harness package конфігурація дозволяє:

- керувати проектами з великою кількістю аркушів (підтримка використання посилань на елементи в іншому аркуші проекту);
- автоматично проводити розподіл проводів на сегменти при підключенні нового обладнання;
- призначати обладнання на блоки обладнання, роз'єми, дроти та кабелі;

- автоматично надавати позначення компонентам; автоматично нумерувати контакти залежно від використовуваного з'єднувача або клемного блоку; автоматично вставляти з'єднувачі; управління всіма типами контактів (гніздових, штирьових ...);
- здійснювати контроль роботи у режимі реального часу (на дублювання контактів, на перевищення максимальної кількості контактів...);
- керувати контактами, замінювати контакти, керувати незадіяними контактами; керувати структурою з'єднувача (корпус з'єднувача, контакти та інші аксесуари);
- керувати сполучними парами (автоматична нумерація контактів...). керувати мережами сигналів у режимі реального часу;
- задавати кількість проводів, колір, калібр та інші різні атрибути користувача;
- управління типами кабелів (екранований, кручена пара, коаксіальний, ...);
- трасувати дроти у джгуті;
- автоматично генерувати різні переліки з: обладнання, кабелів та проводів, виробників.

SEE ELECTRICAL EXPERT дає можливість користувачеві створювати своє власне робоче оточення для відповідності різним нормам і стандартам, що використовуються в багатьох галузях: авіації, автомобілебудуванні, космонавтиці, залізничному транспорті, кораблебудуванні, промислового виробництва і т. д. містить бібліотеку символів більше 4 міжнародні стандарти, такі як ATA, BNAE, DOD-STD-863B. Використовує базу даних електричного обладнання, з'єднувачів, кабелів та проводів, дозволяє керувати призначенням обладнання для компонентів, зазначенням виробників та інших технічних характеристик виробів, імпорту/експорту даних для спільної роботи із зовнішніми даними, управління методами роботи відповідно до різних норм та стандартів, проводити нумерацію проводів та кабелів, призначення сигналів, формування позиційних позначень для обладнання та з'єднувачів, дозволяє керувати різними налаштуваннями форматами аркушів та основним написом.

Додаткові модулі SEE Electrical Expert. Розрахований на багато користувачів режим Concurrent Engineering одночасна робота кількох користувачів над одним проектом; управління конфліктами (при одночасному доступі до даних); перегляд змін, внесених іншими користувачами; засоби комунікації онлайн (підтримка чату).

Проектування.

Harness documentation:

- проектування електричних джгутів на логічному та фізичному (2D рівні);
- встановлення обладнання; автоматичне прокладання проводів та кабелів в електричних джгутах відповідно до електричної схеми;

- автоматичний розрахунок довжини кабелів та дротів джгута, а також діаметрів його різних гілок.

End-Fitting - визначення матеріалів для закладення дротів.

3D Panels для SolidWorks - розміщення обладнання у 3D Solidworks; реалістичне представлення обладнання та компоновок на панелях; управління колізіями.

Panels - розміщення обладнання та контроль колізій; асоціативне визначення розмірів; управління стійками та кабельними каналами; допомога у виборі корпусу; навігація між компонованням на панелі та схемою.

Panels Manufacturing (Включає модуль Panels) - прокладання проводів в електричних шафах; розрахунок довжин дротів; розрахунок відсотка заповнення кабельних каналів; автоматичне керування переліком кабелів; генерація схем розміщення отворів.

Управління та обмін даними.

Open Data - експорт даних із проекту для швидкого редагування в Excel або в іншій програмі; контроль відповідності даних за зворотного імпорту.

Data Extractor - користувальницький експорт даних у формат XML.

Interfaces CATIA, SolidWorks, Creo, NX, Inventor експорт обладнання; експорт таблиці з'єднань.

Translation - переклад проектів різними мовами; управління багатомовними проектами.

DXF/DWG імпорту/експорту файлів у DXF та DWG формат.

Parts List Manager база даних обладнання у форматі MS SQL Server чи Oracle; управління переліком деталей (номери версій тощо); переліки обладнання для імпорту (попередні переліки); автоматичне призначення коду обладнання.

PDM Connect - інтеграція даних з PDM або ERP системами (Teamcenter-Siemens, Windchill-PTC, SAP...).

SmarTeam Integration - інтеграція проектів та асоціативних документів у PDM-системі; управління проектами в See Electrical Expert та/або в Enovia SmarTeam.

SolidWorks ePDM Interface - збереження та синхронізація проектів та атрибутів у SolidWorks Enterprise PDM.

Options & Variants - керування безліччю конфігурацій в єдиній папці; позначення валідності для символів та точок з'єднань; ієрархічна структура опцій/варіантів; визначення валідності, як Булівський вираз; фільтрація даних схеми та даних експорту.