

# Інформаційна технологія проектування електроенергетичних схем

Магістерська кваліфікаційна робота.

Вінницький національний технічний університет  
кафедра ЕСС

Науковий керівник: ктн доцент Бевз С. В.

Виконав: ст. гр. ЕС-15м Коваленко Віталій Олександрович

# Актуальність теми

На даний час розповсюджене використання обчислювальної техніки у всіх сферах електроенергетики. Одною з найважливіших є інформаційна технологія проектування електроенергетичних схем, що дозволяє значно скоротити час, необхідний для розробки електричної схеми. Майже усі технологічні процеси в галузі електроенергетики автоматизуються за допомогою змодельованих засобами ЕОМ процесів та схем. Моделювання та проектування таких схем може здійснюватися з використанням спеціалізованого програмного забезпечення. Сьогодні, одним з найбільш популярних програмних комплексів проектування електроенергетичних схем у світі є ПК SEE Electrical Expert компанії IGE-ХАО. Для програмно-апаратного проектування електронних схем, досить поширена сьогодні апаратна обчислювальна платформа Arduino, яка дозволяє як створювати автономні інтерактивні об'єкти, так і здійснювати підключення до програмного забезпечення, що виконується на ПК.

# Мета

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення якості моніторингу, графічного відображення та ефективності проектування електроенергетичних схем за рахунок створення інформаційної технології автоматизованої обробки даних і проектування програмно-апаратних модулів автоматизованого керування електроенергетичними об'єктами.

# Задачі дослідження

- Розробити інформаційну технологію проектування електроенергетичних схем.
- Проаналізувати засоби ПЗ SEE Electrical Expert. Сформулювати основні принципи побудови електричних мереж користуючись ПЗ SEE Electrical Expert.
- Виконати автоматизоване проектування електроенергетичних схем засобами ПЗ SEE Electrical Expert.
- Створення програмно-апаратних засобів автоматизованого керування електричним двигуном за допомогою апаратного обчислювального комплексу Arduino.
- Дослідити стійкість роботи системи проектування електричних схем в умовах дії загрозливих чинників.
- Оцінити економічний потенціал інформаційної технології проектування електроенергетичних схем.
- Впровадити результати досліджень в навчальний процес у ВНТУ.

# Об'єкт, предмет та методи дослідження

- **Об'єкт дослідження** – інформаційна технологія проектування електроенергетичних схем з використанням програмного комплексу SEE Electrical Expert на ґрунті апаратно-обчислювальної платформи Arduino.
- **Предмет дослідження** – комп'ютерні моделі, алгоритми, апаратні та програмні засоби проектування електроенергетичних схем.
- **Методи дослідження** – методи комп'ютерного моделювання з використанням сучасних інформаційних технологій.

# Наукова новизна магістерського дослідження

- Вперше розроблено інформаційну технологію проектування електроенергетичних схем, яка відрізняється від існуючих тим, що дозволяє поєднати апаратно-програмний комплекс Arduino та ПЗ SEE Electrical Expert, що дозволило підвищити ефективність проектування схем і оптимізувати процес зчитування параметрів обладнання та обміну інформацією з периферійними пристроями.
- Вперше сформульовані основні принципи побудови низьковольтних мереж в ПЗ SEE Electrical Expert у вигляді блок-схеми, які відрізняються від існуючих тим, що охоплюють усі етапи проектування електричних схем, що дозволило уніфікувати процес проектування та підвищити його ефективність.
- Отримав подальший розвиток метод керування електричним двигуном з використанням широтно-імпульсної модуляції зі зворотнім зв'язком, який відрізняється від існуючих тим, що дозволяє узгодити роботу двигуна з зовнішнім обладнанням для діагностики, керування та обміну інформацією.

# Практичне значення одержаних результатів

- Було проведено дослідження нового програмного забезпечення SEE Electrical Expert. Здійснено інформаційний пошук та аналіз англійсько-, польсько-, російськомовних матеріалів за темою досліджень. Виконано переклад інструкції роботи з програмним забезпеченням з польської на українську мову.
- За результатами аналізу програмного забезпечення здійснено проектування електроенергетичної мережі цеху Погребищенського маслосирзаводу Вінницької області засобами ПЗ SEE Electrical Expert.
- Розроблено схему підключення трифазного двигуна засобами ПЗ SEE Electrical Expert.
- Розроблено пристрій для підтримання суспензії у розчині шляхом механічного перемішування через заздалегідь запрограмовані проміжки часу, або з регулюванням швидкості двигуна.
- Розроблено два мультимедійний файл, які ілюструють функціональні можливості програми SEE Electrical Expert, проектування схем підключення електричних елементів.

# Впровадження

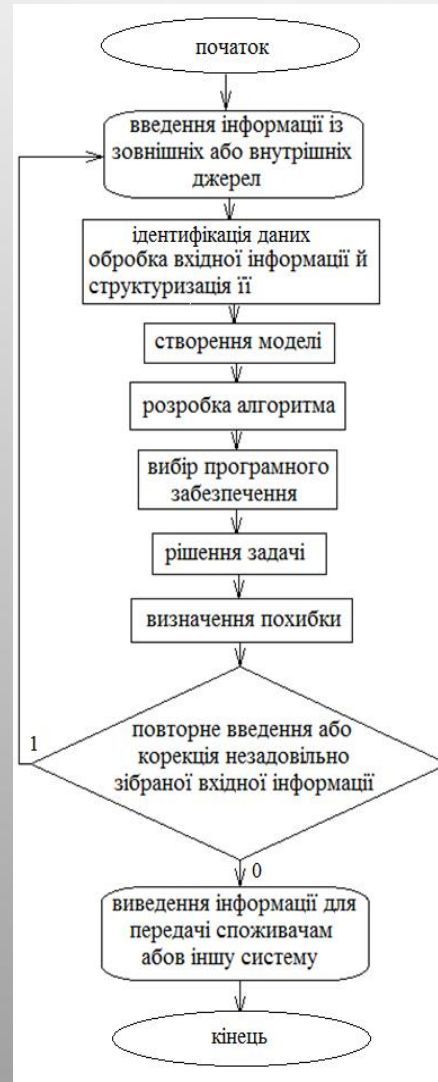
Окремі результати магістерської роботи були представлені у бакалаврській роботі, що у 2013 році були впроваджені у навчальний процес, а саме: у лабораторний практикум дисципліни «Обчислювальна техніка та алгоритмічні мови» для студентів спеціальностей 7.05070101 – «Електричні станції» і 7.05070102 – «Електричні системи і мережі» та у практикум з дисципліни «Сучасні інформаційні технології в науці та освіті» (розроблено 3 лабораторні роботи) для магістрів спеціальностей 8.05070101 – «Електричні станції» та 8.05070102 – «Електричні системи і мережі», 8.05070103 – «Електротехнічні системи електроспоживання», 8.05070108 – «Енергетичний менеджмент», 8.05070202 – «Електричні системи і комплекси транспортних засобів», 8.05070204 – «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» (розроблено 4 лабораторні роботи). Практичне впровадження результатів цих досліджень було підтверджено актами впровадження у навчальний процес ВНТУ, що подано у додатках як до бакалаврської дипломної роботи так і до магістерської.



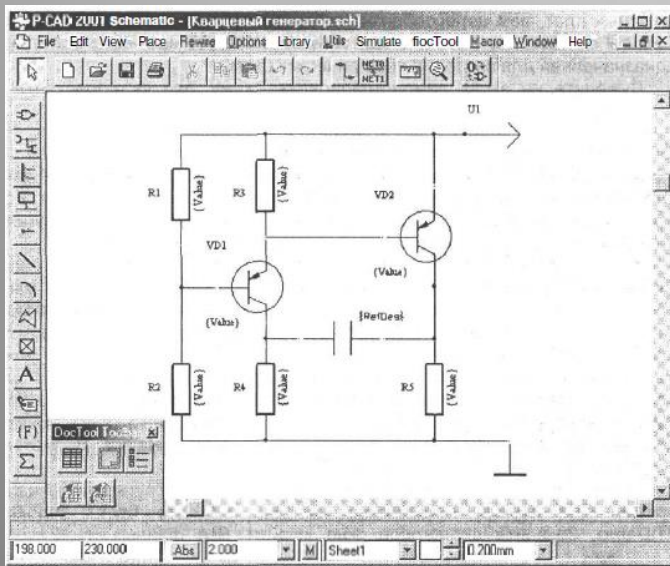
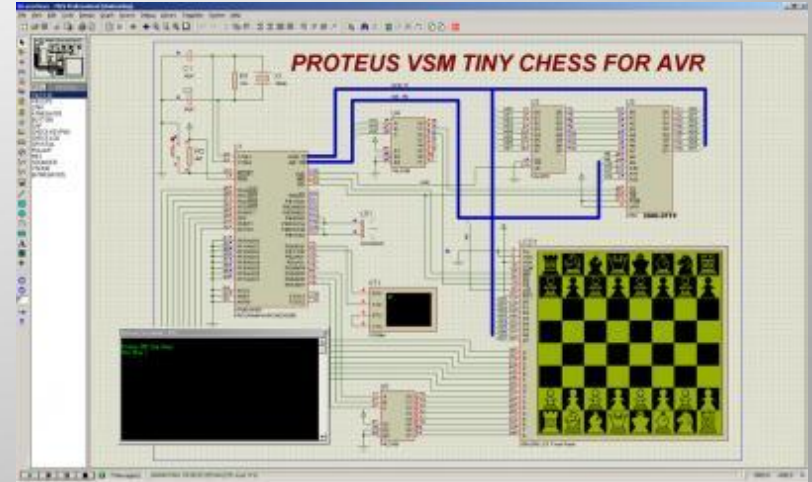
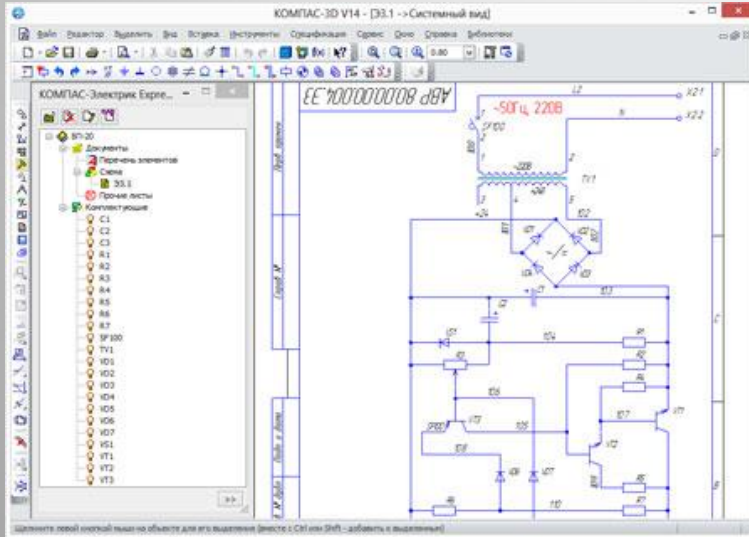
# Апробація результатів роботи та публікації

Результати дослідження обговорювалися на 6 науково-технічних конференціях та у вебінарі «Проектування електричних схем засобами програмного забезпечення SEE Electrical Expert», який проводився у ВНТУ в 2013 році французько-польською компанією IGE-XAO. XLII, XLIII і XLIV регіональні науково-технічні конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету (Вінниця, 2013-2015); Міжнародна Інтернет-конференція «Проблеми та технології підготовки наукових кадрів вищої категорії в умовах інноваційного розвитку суспільства», (Вінниця, 2013); I та II Міжнародна Інтернет-конференція «Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи », (Вінниця, 2015, 2016).

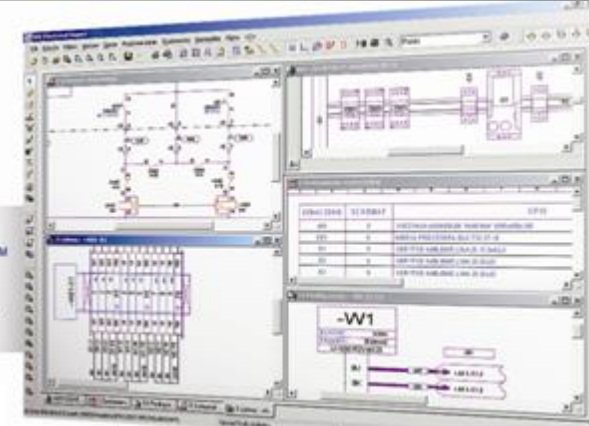
# Функціональний алгоритм роботи інформаційної системи



# Робочі вікна різних САПР програм



**see electrical**  
**expert**



# Модуль OpenData

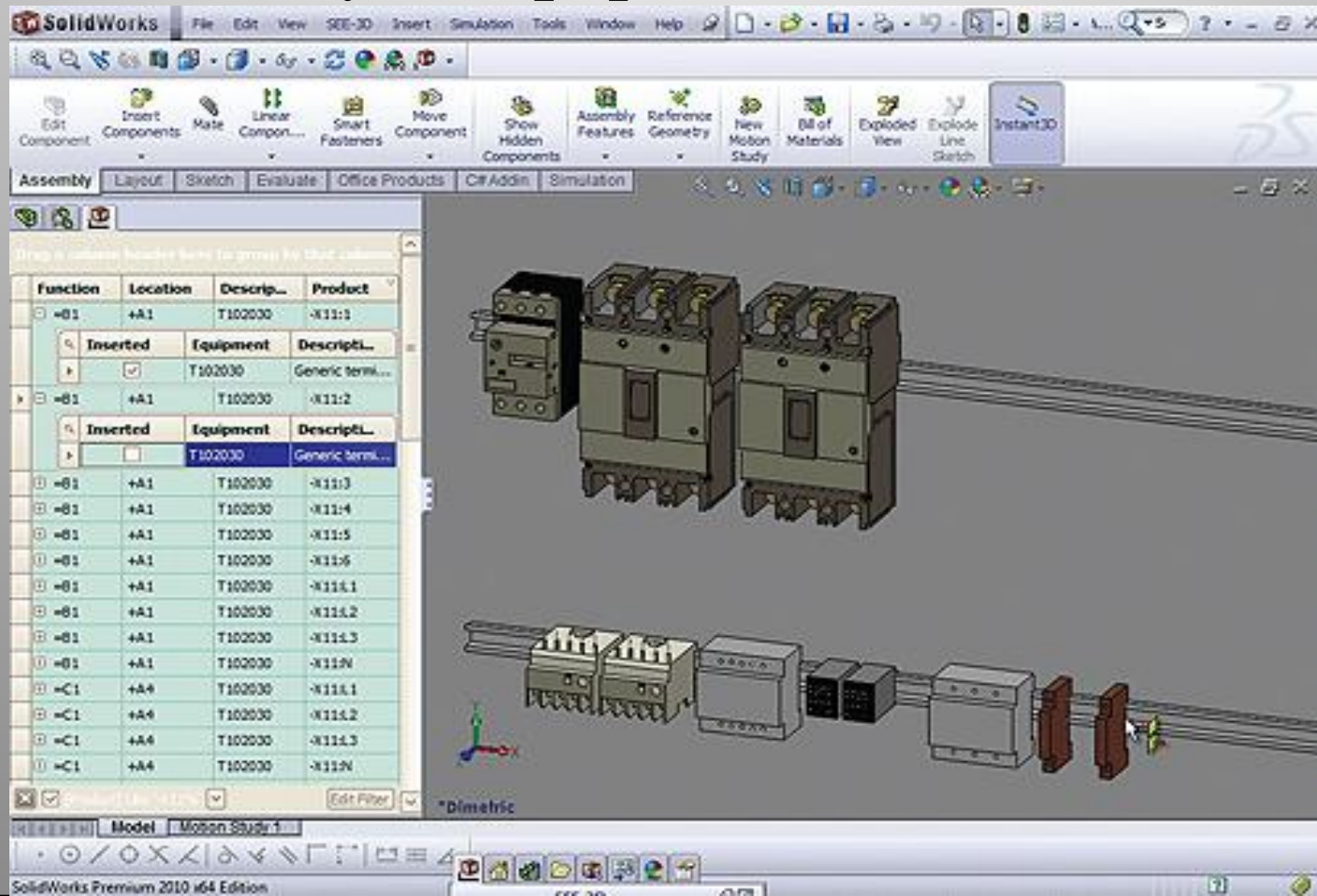
забезпечує експорт даних проекту в електронну таблицю

The screenshot displays a software interface with three main components:

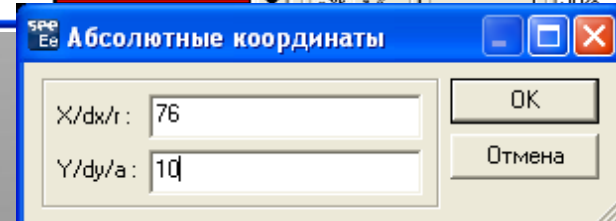
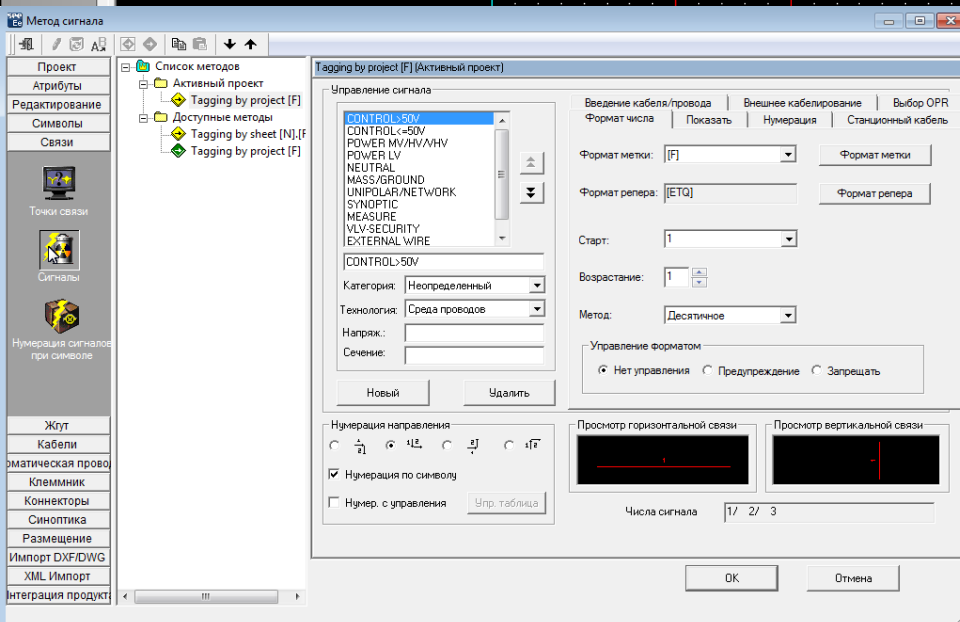
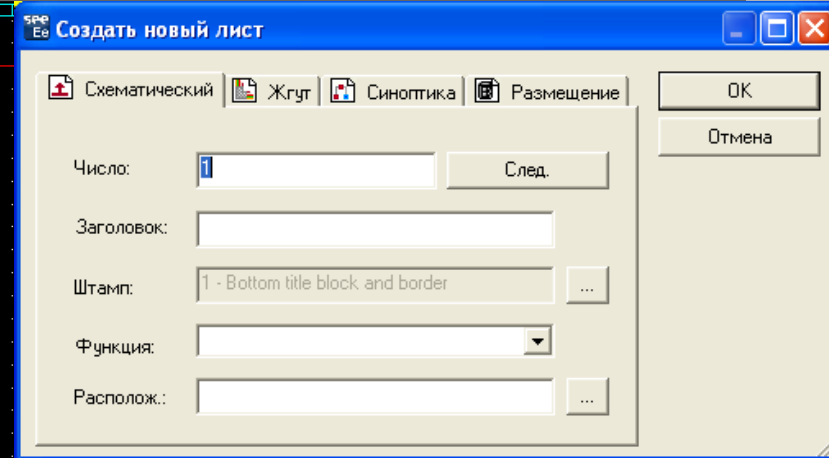
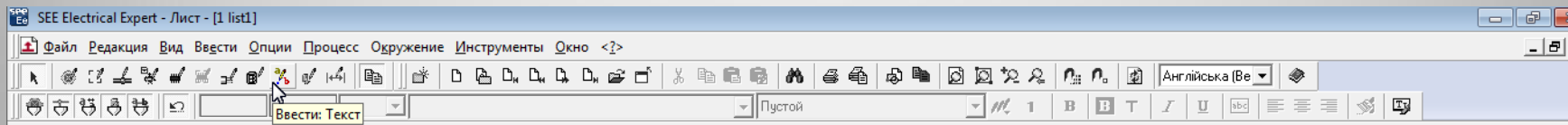
- Excel Spreadsheet (Left):** A table with columns: Tag, Label, Principal equipment code, Function, Length, Harness, Segregation code, and COMMENT. The data includes various equipment codes and lengths.
- Wiring Diagram (Right):** A schematic diagram showing electrical connections between components, including terminals and equipment codes.
- Import Dialog Box (Center):** A window titled "Import project data from Excel" with the following fields and options:
  - Excel File Name: D:\Users\Public\Documents\VGE\>VAD\SEE Electrical Harness V4\Projects\OpenData\_V4 data.xlsx
  - Data to import:
    - Symbol
    - Cable
    - Terminal strip
    - Connector
    - Equipment code
  - Buttons: OK, Cancel

# Плагін 3D Panel design

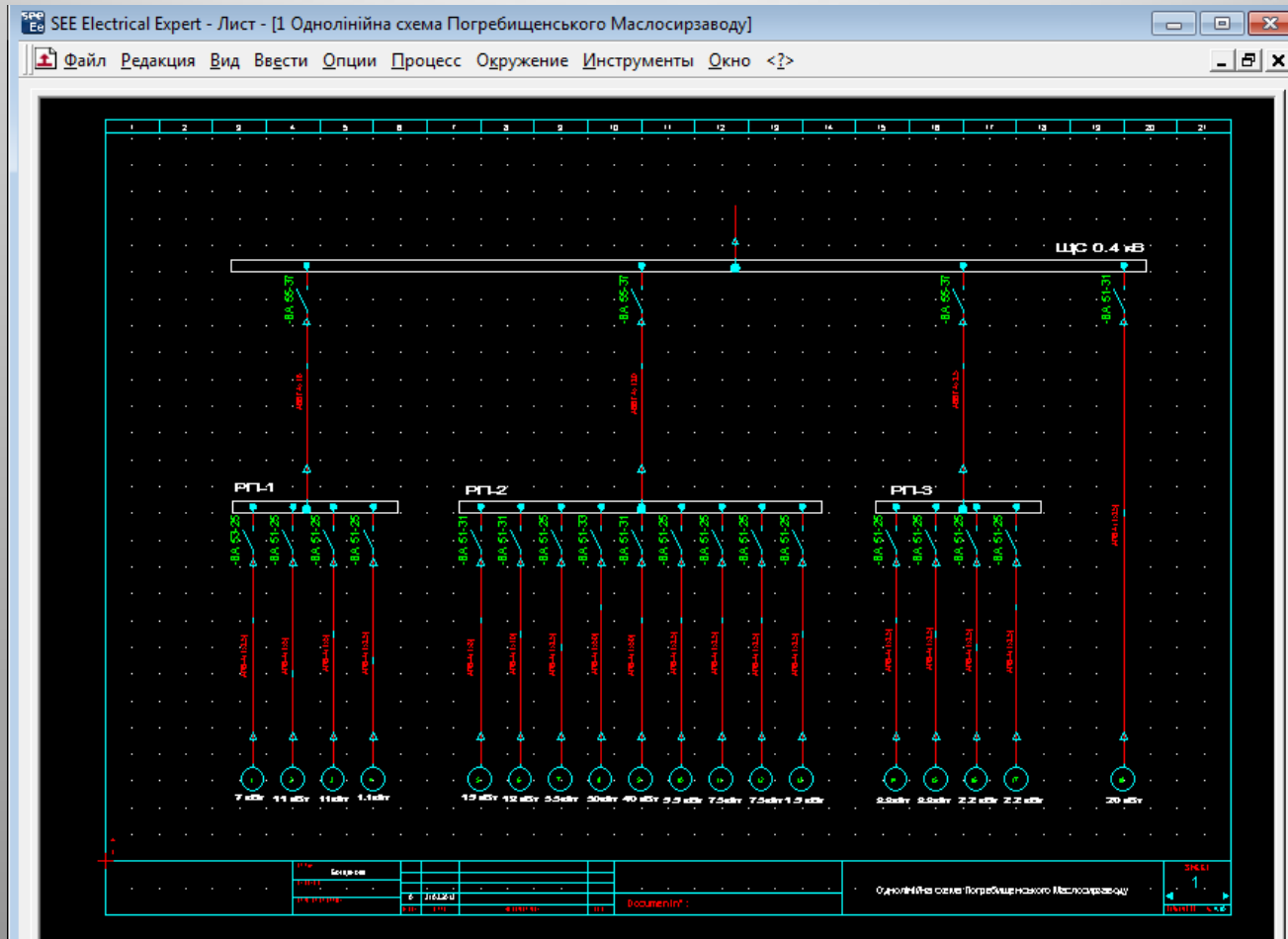
забезпечує проектування електричних установок у 3D форматі



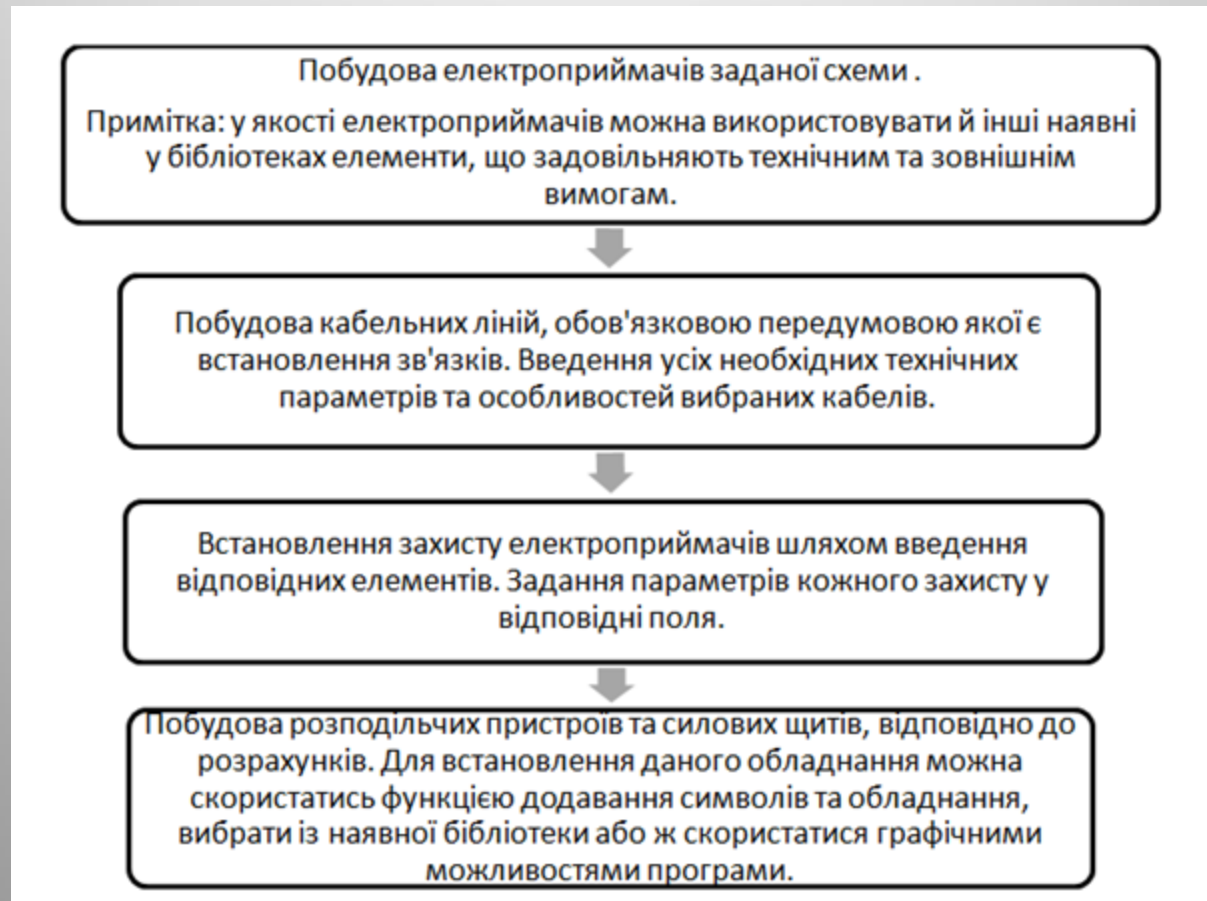
# СИНТЕЗ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СХЕМИ ЗАСОБАМИ ПЗ SEE ELECTRICAL EXPERT



# Схема живлення цеху сухого знежиреного молока Погребищенського маслозаводу

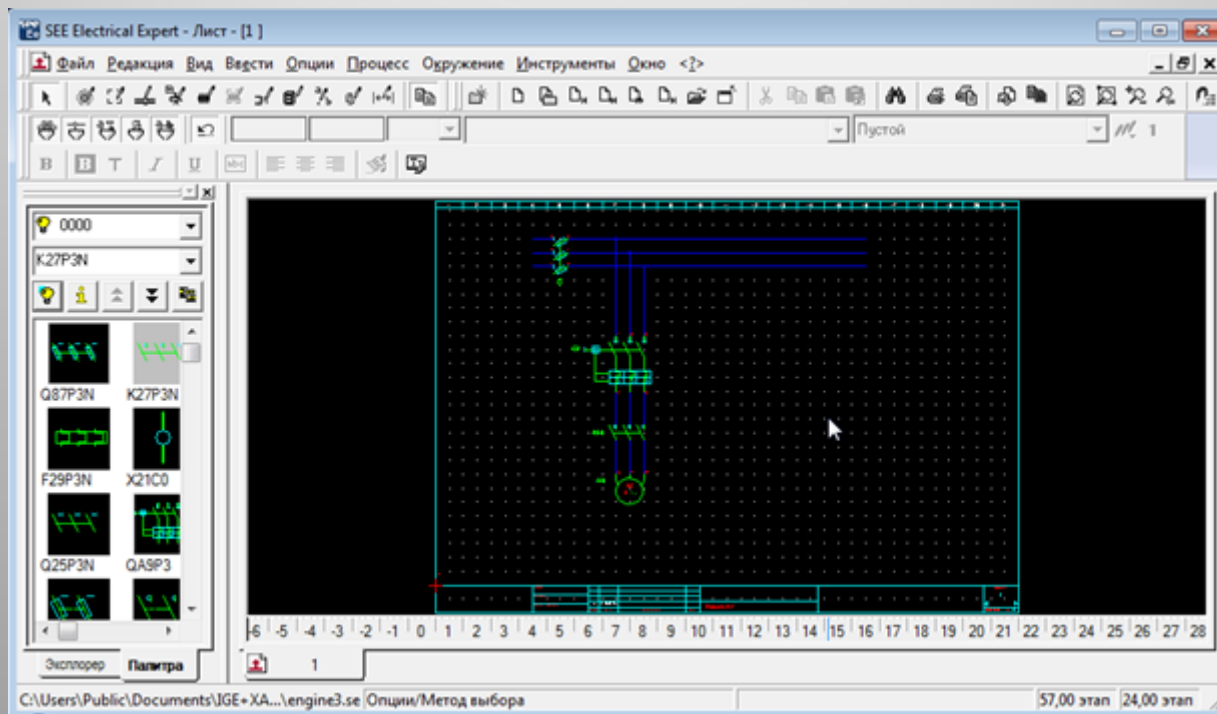


# Алгоритм побудови електричної схеми електропостачання

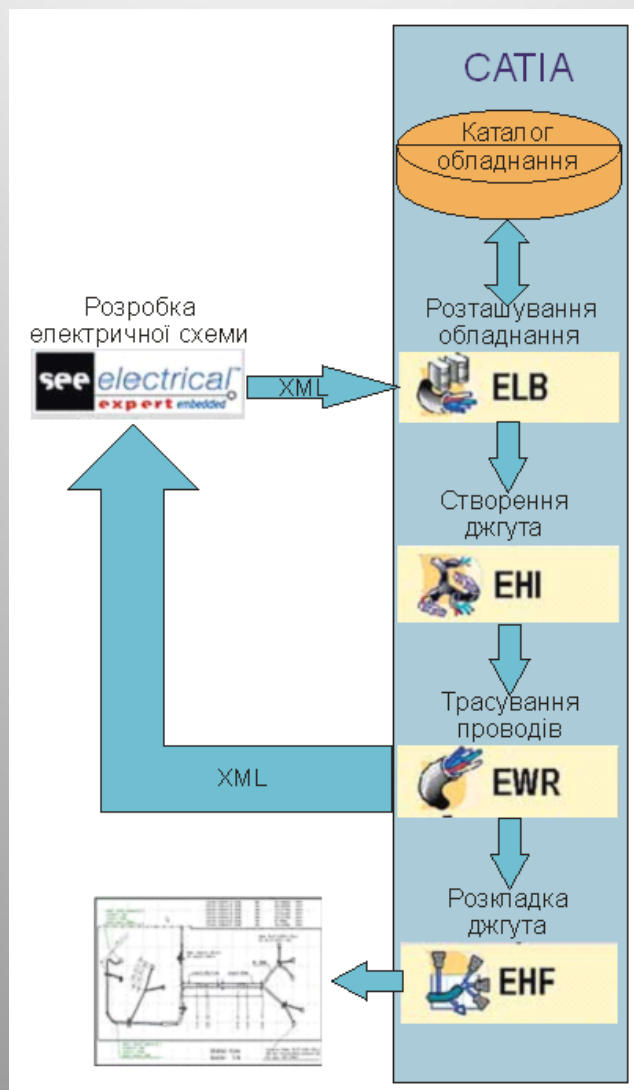




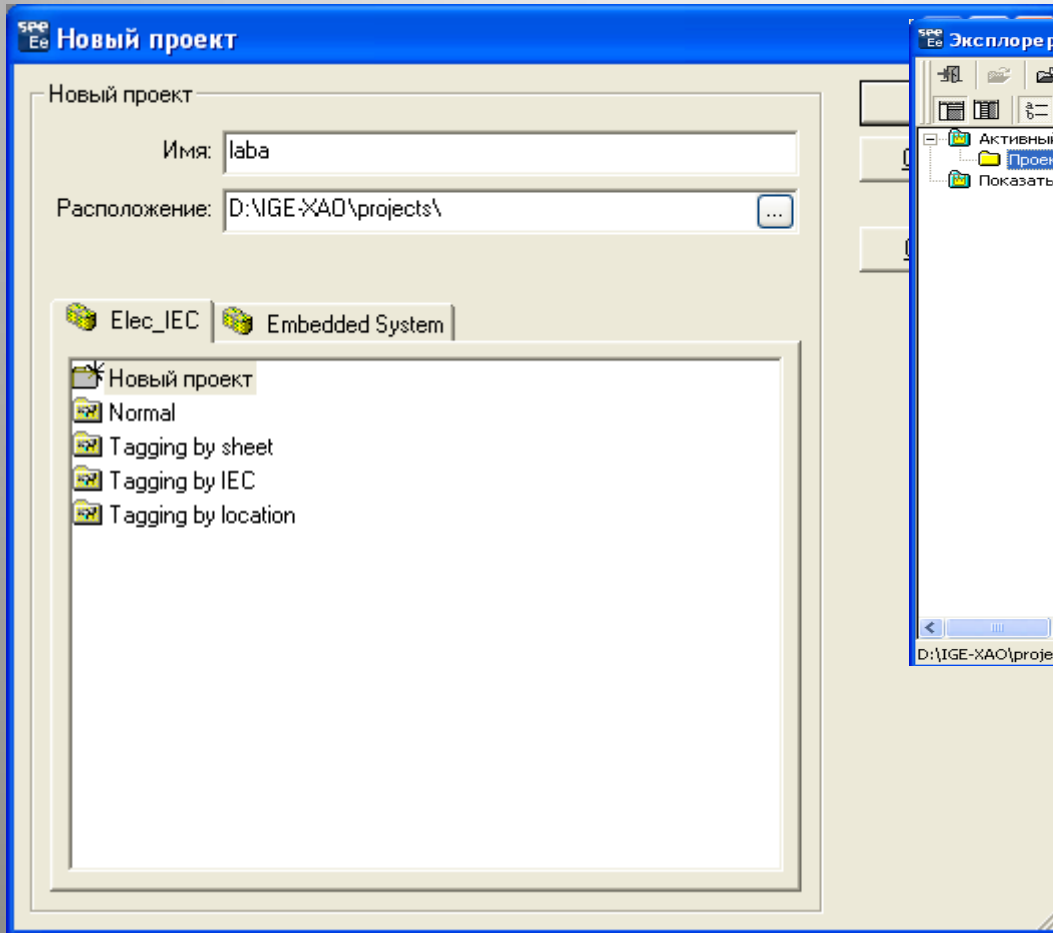
# Схема підключення трифазного двигуна



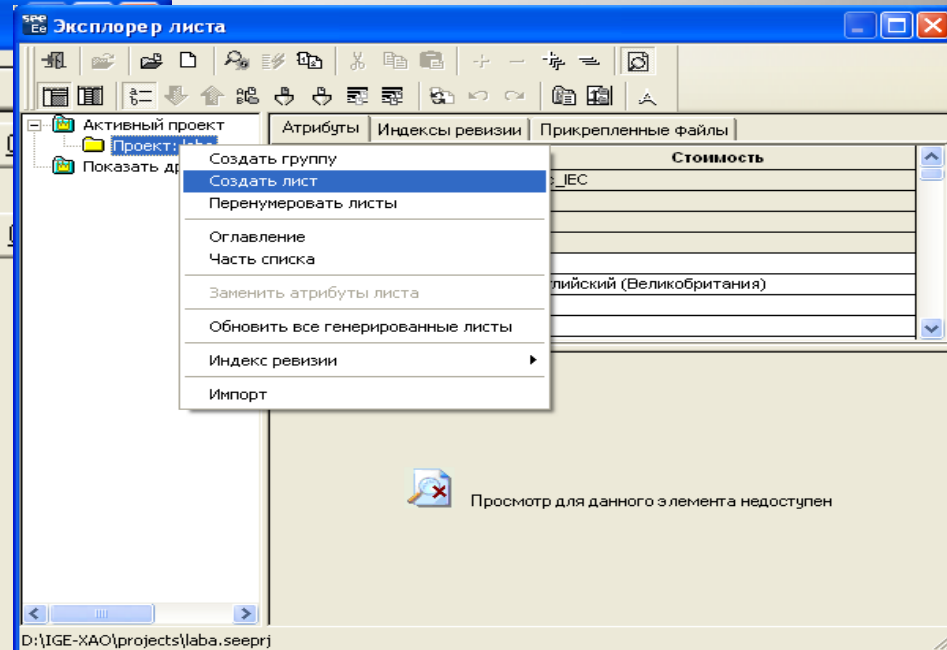
# Структура взаємодії електричних модулів



# Створення проекту SEE Electrical Expert

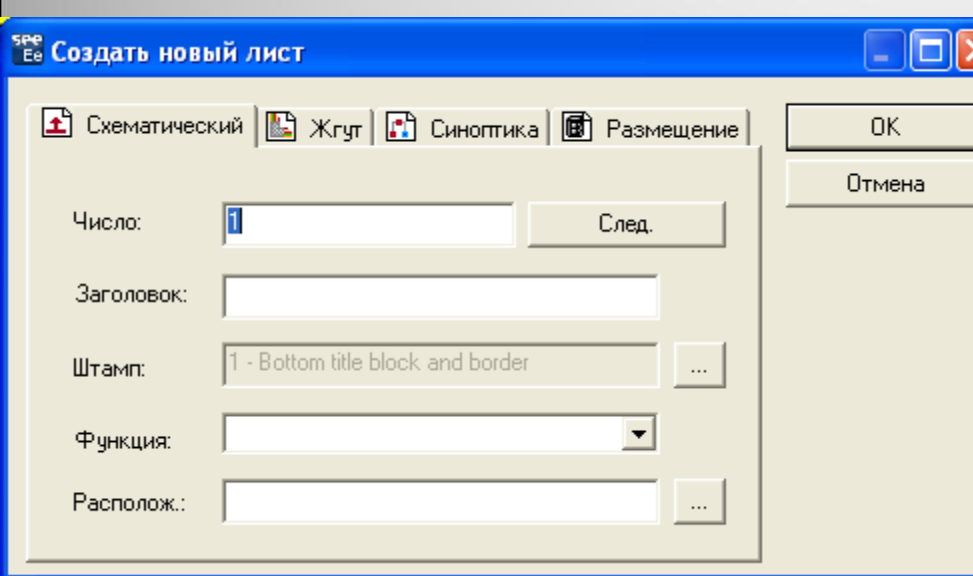


Введення назви проекту

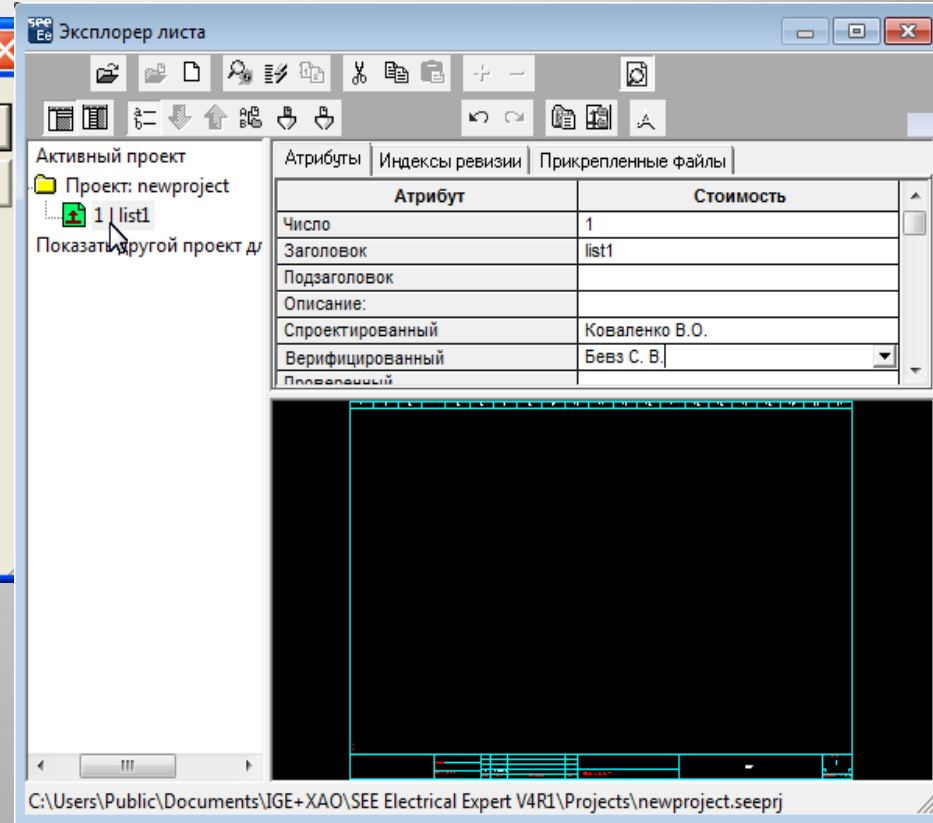


Эксплорер листа проекту

# Створення робочого листа у проекті

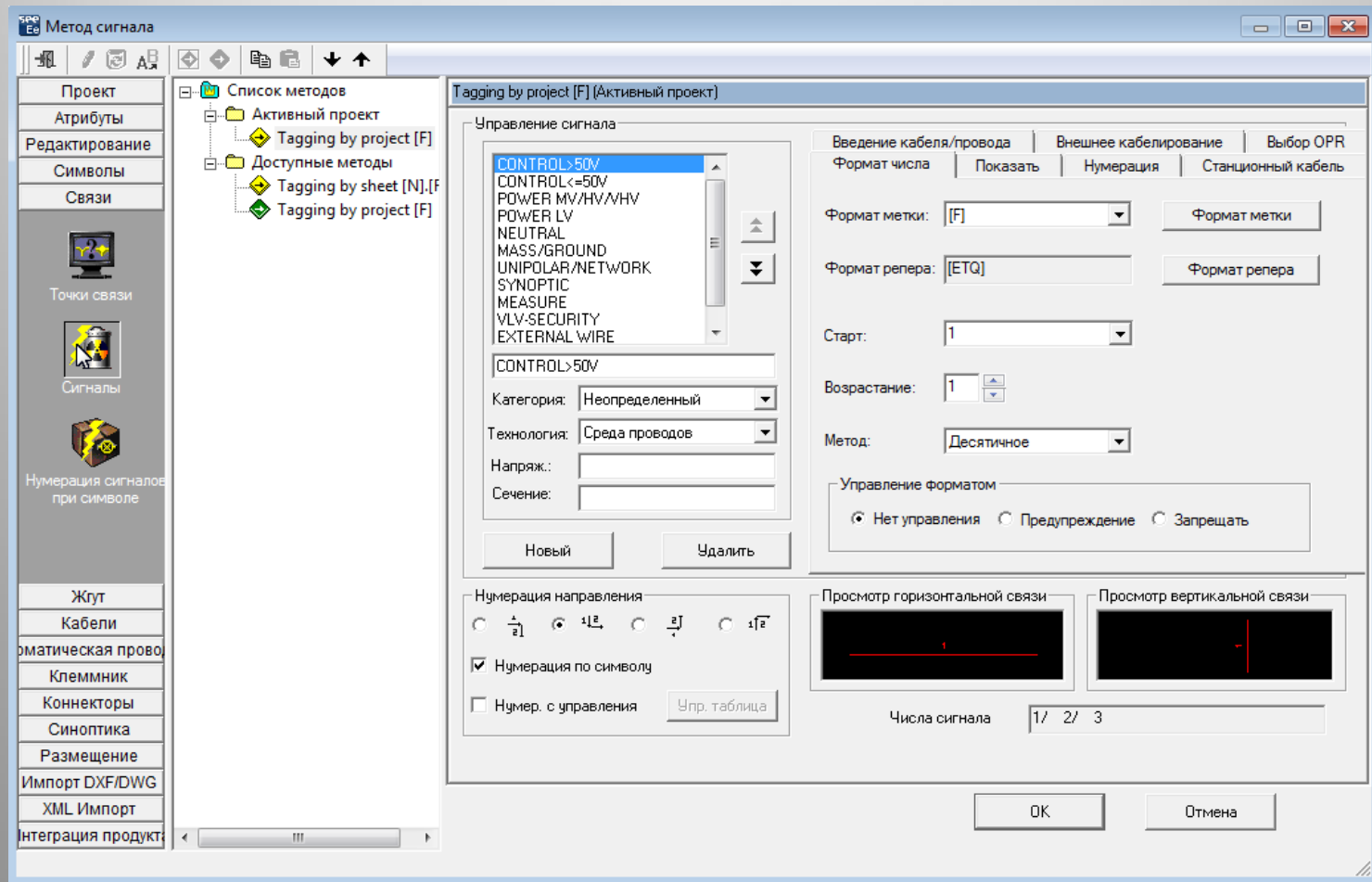


Вікно параметрів нового листа

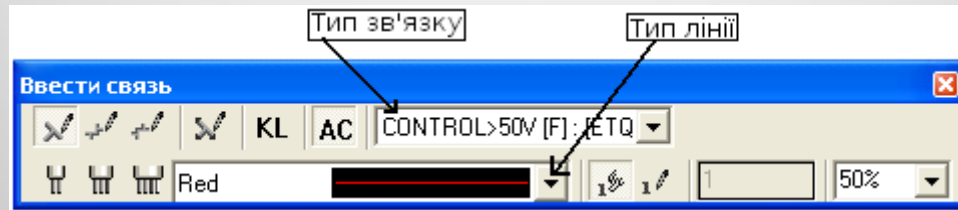


Редагування атрибутів листа

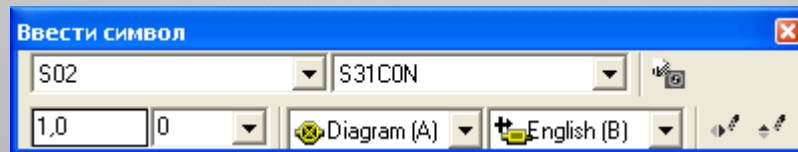
# Налаштування проекту



# Панелі інструментів

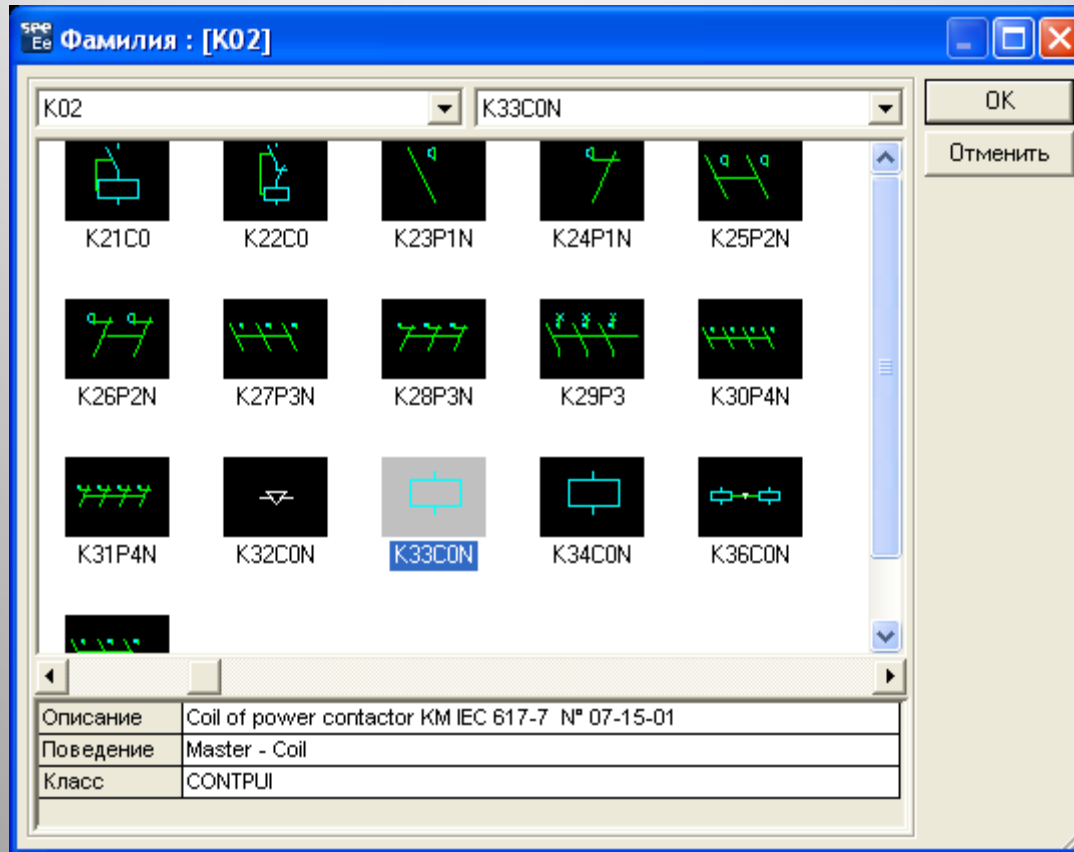


Панель інструментів «Ввести зв'язок»



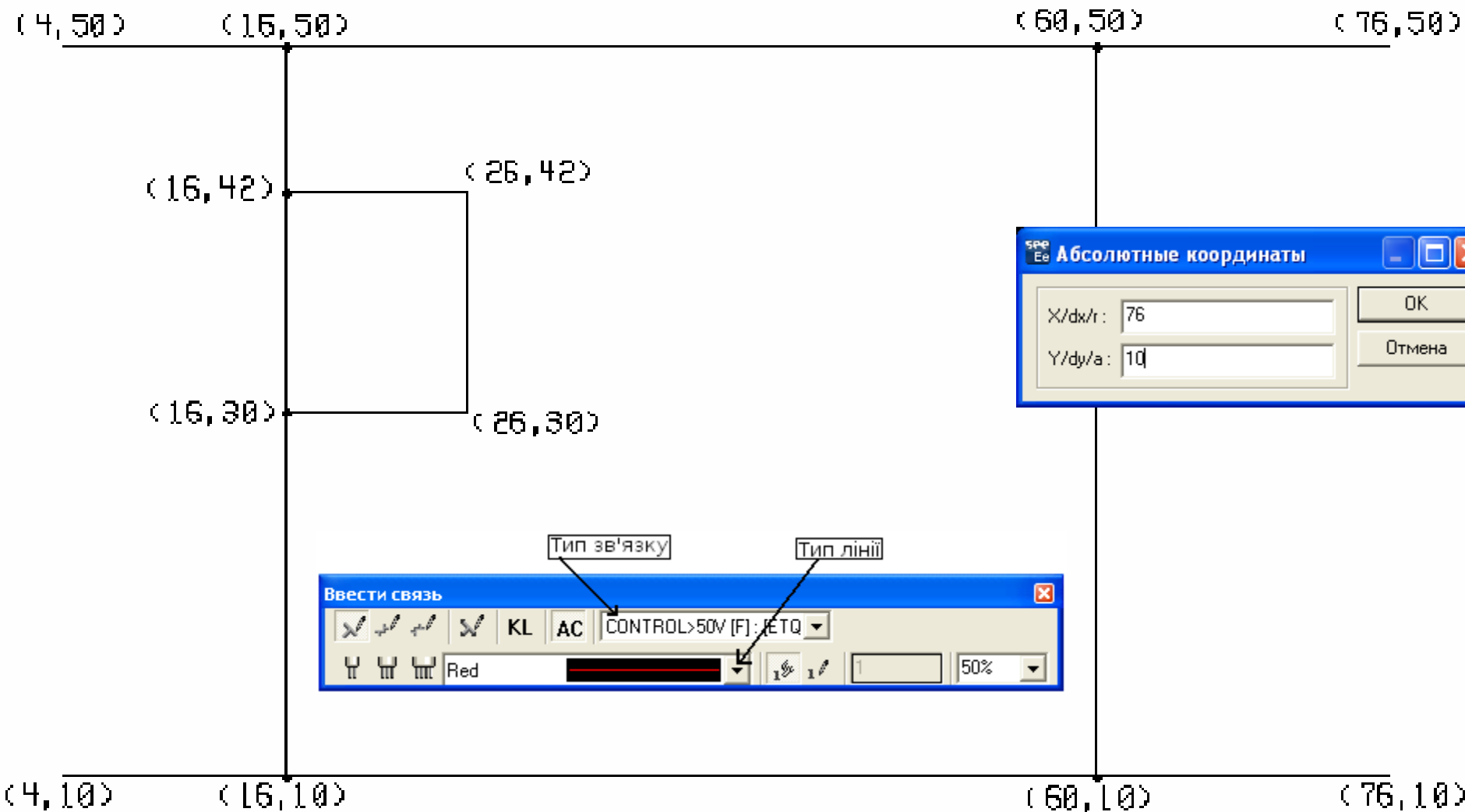
Панель інструментів „Ввести символ”

# Вибір елемента



Вибір символу із групи символів

# Графічне зображення ліній





# Вибір обладнання

Выбор оборудования

Выбранные оборудования

	Имя класса	Оборудование	Qty
1	CONTRUI		0
2	CONTRUI		0
3	CONTRUI		0
4	CONTRUI		0
5	CONTRUI		0

Фильтры

Производитель: Все

Серия/Диапазон: Все

Принадлежности Другой фильтр: Ничего

Экран в соответствии с атрибутами каталога символов

Предложить только оборудования сравнимые с символами компонента

Доступные оборудования распределенные по: CODE

	Catalog Code	Description
01	1 000016	UNIVERSAL CONTACTOR
01	2 000059	STAR-DELTA MOTOR STARTER
01	3 000070	ACCESSORIES DILEM
01	4 000071	ACCESSORIES DILEM
01	5 000073	INVERTER MOTOR STARTER
01	6 000079	COIL OF CONTACTOR C. A.
01	7 000104	UNIVERSAL CONTACTOR
01	8 000106	UNIVERSAL CONTACTOR
01	9 000310	STAR-DELTA MOTOR STARTER
01	10 000452	ACCESSORIES FOR CONTACTOR
01	11 000453	ACCESSORIES FOR CONTACTOR
01	12 000454	ACCESSORIES FOR CONTACTOR

Образ

Не выбран образ оборудования

OK

Отменить

Выбрать

Скачать

Найти

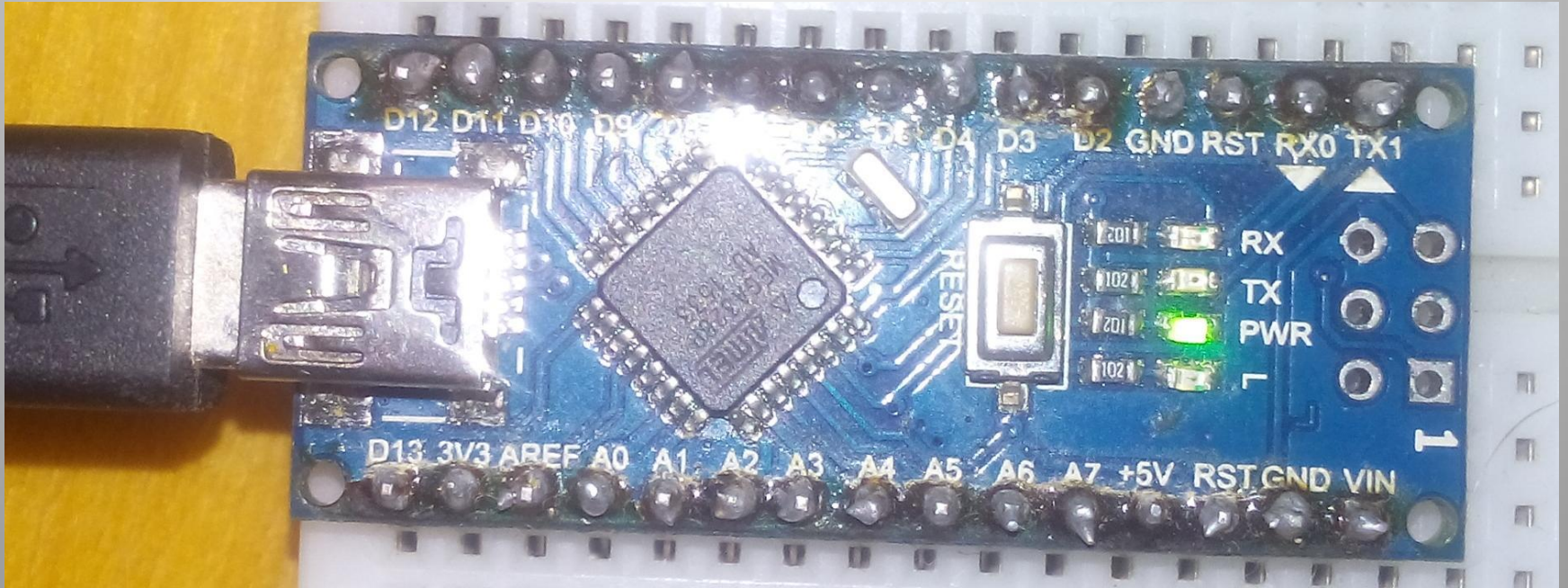
Поля

Фильтры

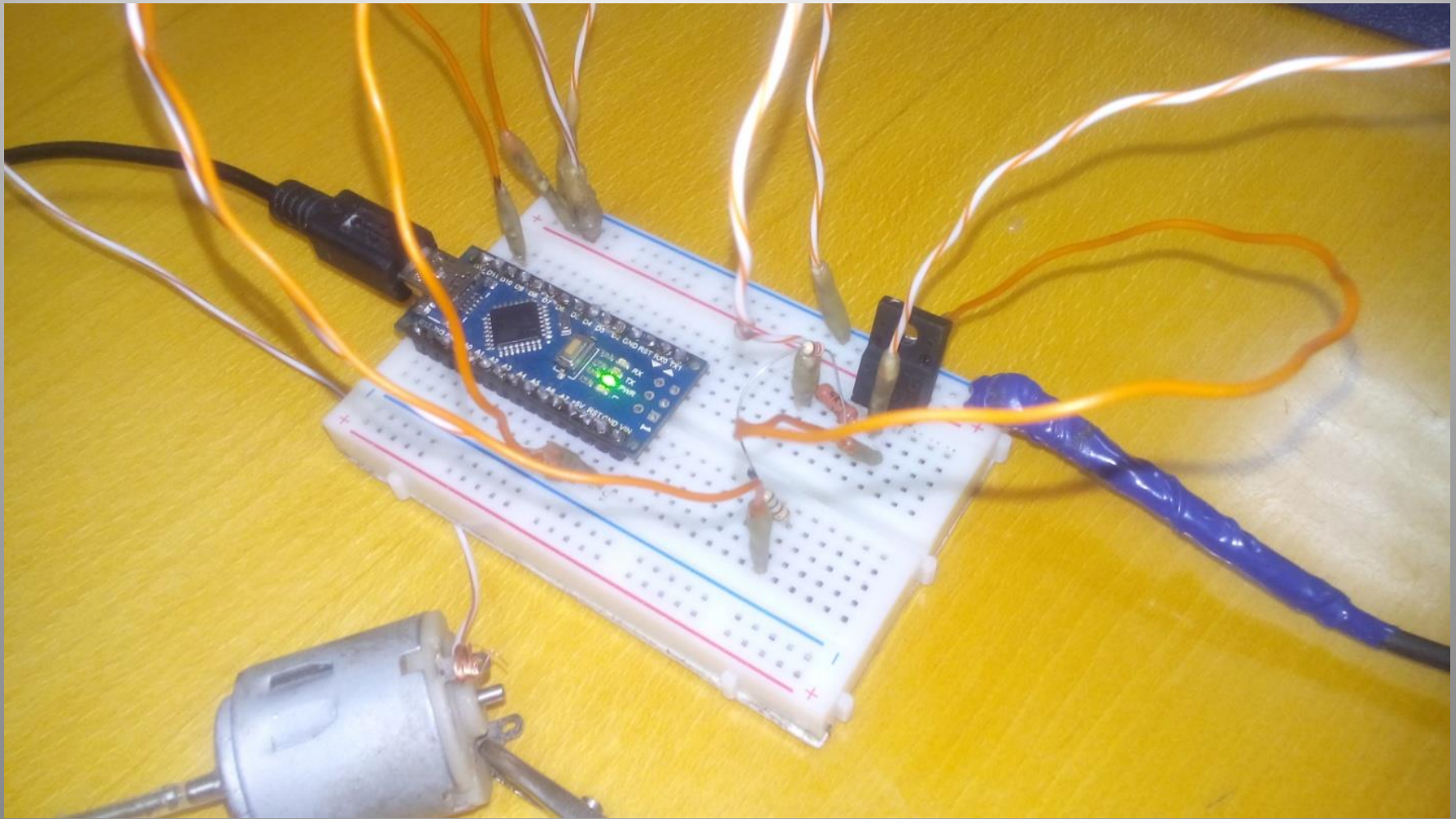
Модифицировать

Добавить

# Arduino Nano 3.0



# Зібрана схема керування електродвигуном



# Arduino IDE

The screenshot displays the Arduino IDE environment. The main window, titled 'SerialEvent | Arduino 1.6.11', contains a sketch with the following code:

```
String inputString = "";
const int pinM = 9;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  inputString.reserve(200);
}

void loop() {
  int i;
  delay(100);
  if (inputString.length() > 0) {
    Serial.println(inputString);
    i = inputString.toInt();
    if (i == 0) digitalWrite(pinM, LOW); else
    if (i == 1) digitalWrite(pinM, HIGH); else
    analogWrite(pinM, inputString.toInt());
    inputString = "";
  }
}

void serialEvent() {
  while (Serial.available()) {
    char inChar = (char)Serial.read();
    inputString += inChar;
  }
}
```

Below the code editor, a status bar indicates: 'Загрузка завершена.' (Loading completed).

At the bottom, a memory usage summary is shown: 'Скетч использует 3 738 байт (12%) памяти устройства. Всего доступно 30 720 байт. Глобальные переменные используют 202 байт (9%) динамической памяти, оставляя 1'.

On the right side, a serial monitor window titled 'COM5' is open, displaying a sequence of numbers: 1, 0, 1, 0, 2, 3, 0, 128, 60, 80, 90, 60, 70. The 'Автопрокрутка' (Autoscroll) checkbox is checked.

The bottom status bar of the IDE shows '20' on the left and 'Arduino Nano, ATmega328 на COM5' on the right.

# Висновки

Таким чином, в даній магістерській кваліфікаційній роботі було виконано ґрунтовне дослідження інформаційної технології проектування електроенергетичних схем.

Розроблена інформаційна технологія проектування електроенергетичних схем, відрізняється від існуючих тим, що дозволяє поєднувати апаратно-програмний комплекс Arduino та ПЗ SEE Electrical Expert, для підвищення ефективності процесу проектування схем.

Проведений аналіз особливостей програмного забезпечення SEE Electrical Expert. Здійснено інформаційний пошук та аналіз матеріалів за темою досліджень. В результаті проведеного дослідження ПЗ SEE Electrical Expert сформульовані основні принципи побудови низьковольтних мереж у вигляді блок-схеми, які дозволяють уніфікувати процес проектування та підвищити його ефективність.

За допомогою ПЗ SEE Electrical Expert проведено проектування трьох електроенергетичних схем. Електроенергетична мережа цеху Погребищенського маслосирзаводу Вінницької області, схему підключення трифазного двигуна, та схема з'єднань.

Отримав подальший розвиток метод керування електричним двигуном з використанням ШІМ, який дозволяє узгодити роботу двигуна з зовнішнім обладнанням для діагностики, керування та обміну інформацією. На основі цього метода був розроблений пристрій для підтримання суспензії у розчині шляхом механічного перемішування. Було досліджено стійкість роботи системи проектування електроенергетичних схем в умовах дії загрозливих чинників. Крім того був оцінений економічний потенціал інформаційної технології проектування електроенергетичних схем.

# Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що в магістерській кваліфікаційній роботі доведено до практичної реалізації інформаційну технологію проектування електроенергетичних схем, що підтверджується актом впровадження, який подано в Додатку А

Розроблено два мультимедійний файл, які ілюструють функціональні можливості програми SEE Electrical Expert, проектування схем підключення електричних елементів. Додатково про ці можливості можна дізнатись з наведеної літератури [53-55].

Окремі результати магістерської роботи були представлені у бакалаврській роботі, що у 2013 році були впроваджені у навчальний процес, а саме: у лабораторний практикум дисципліни «Обчислювальна техніка та алгоритмічні мови» для студентів спеціальностей 7.05070101 – «Електричні станції» і 7.05070102 – «Електричні системи і мережі» (розроблено 3 лабораторні роботи) та у практикум з дисципліни «Сучасні інформаційні технології в науці та освіті» для магістрів спеціальностей 8.05070101 – «Електричні станції» та 8.05070102 – «Електричні системи і мережі», 8.05070103 – «Електротехнічні системи електроспоживання», 8.05070108 – «Енергетичний менеджмент», 8.05070202 – «Електричні системи і комплекси транспортних засобів», 8.05070204 – «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» (підготовлено 4 лабораторні роботи по Ардуіно). Практичне впровадження результатів цих досліджень було підтверджено актом впровадження у навчальний процес ВНТУ, що подано у додатках до магістерської та бакалаврської дипломної роботи.