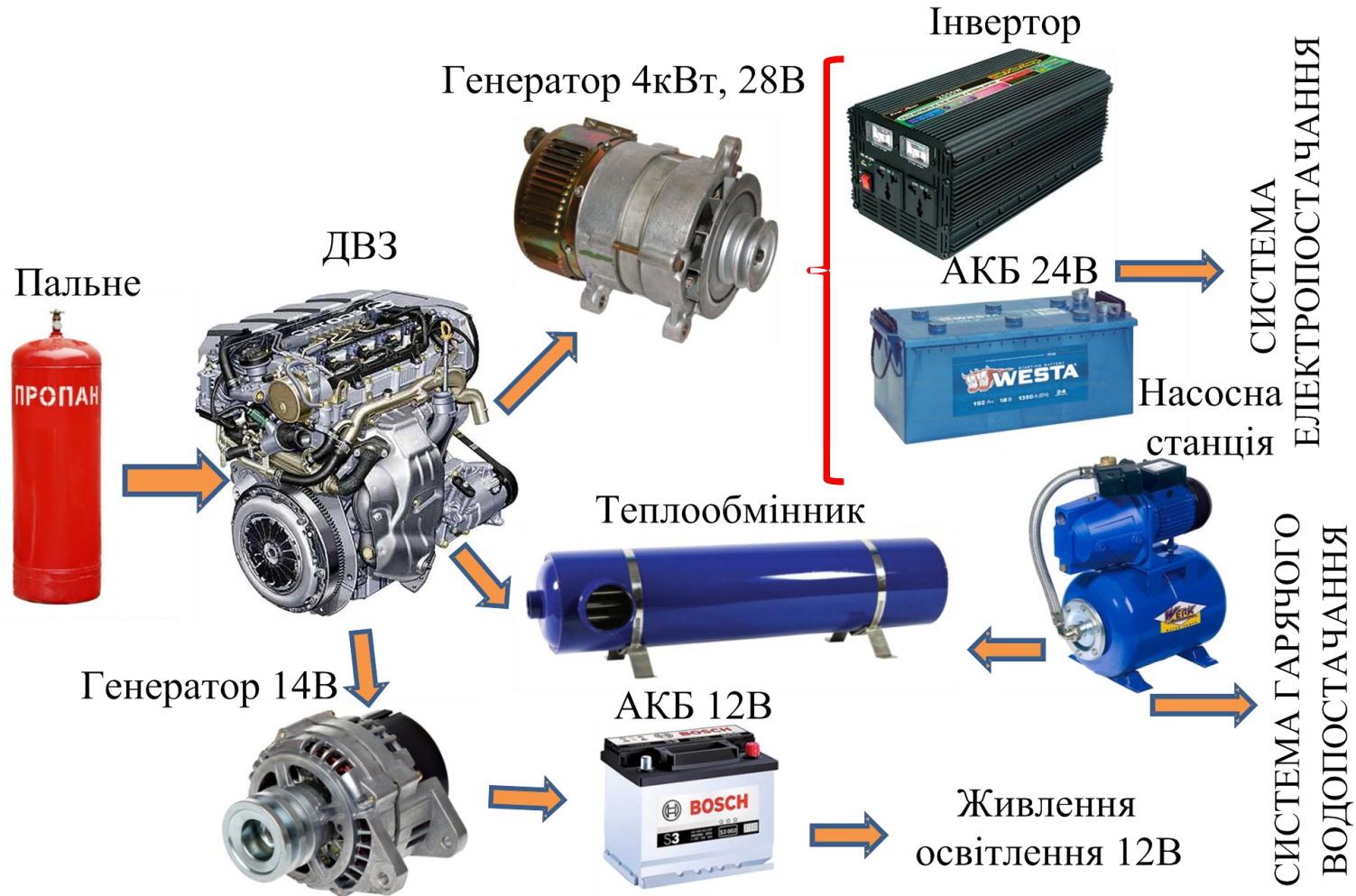


# Загальна характеристика мобільної енергетичної установки



# Регулятори мобільної енергетичної установки

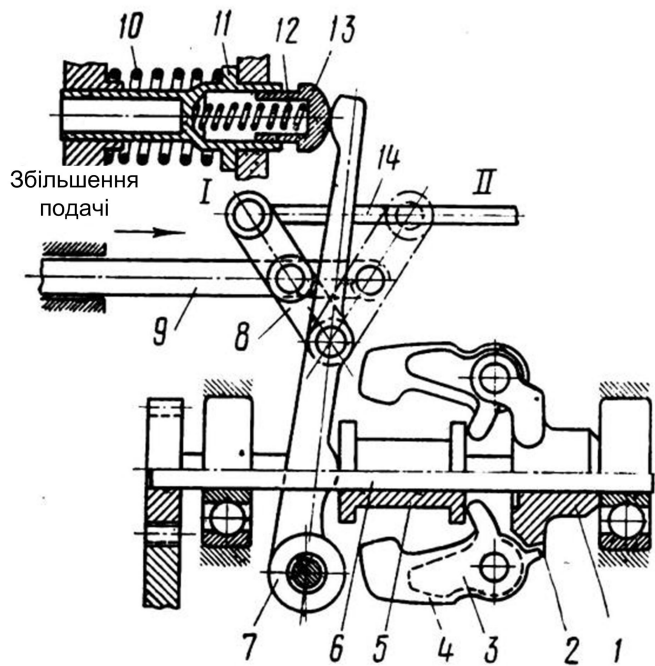
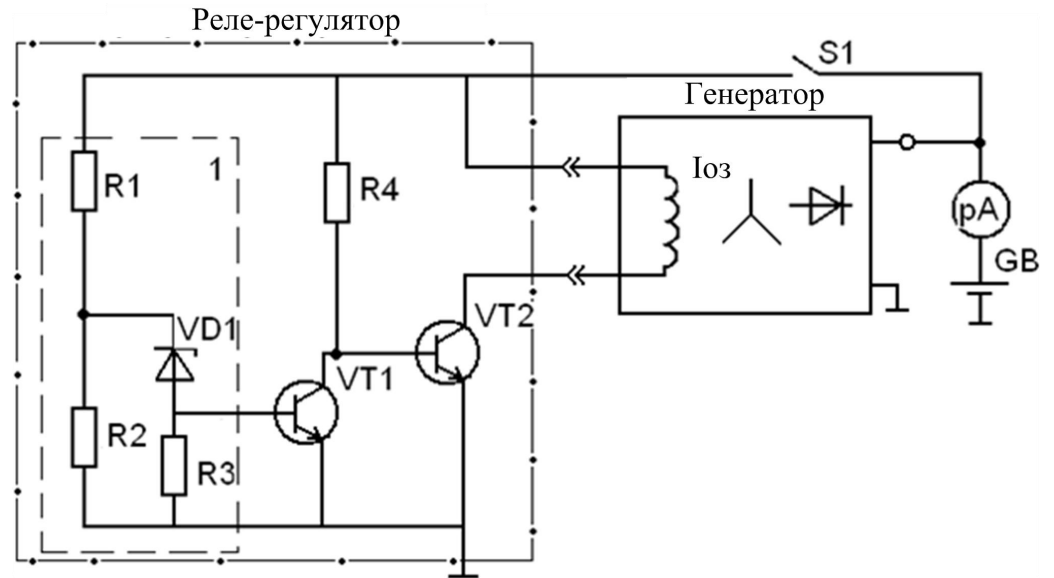
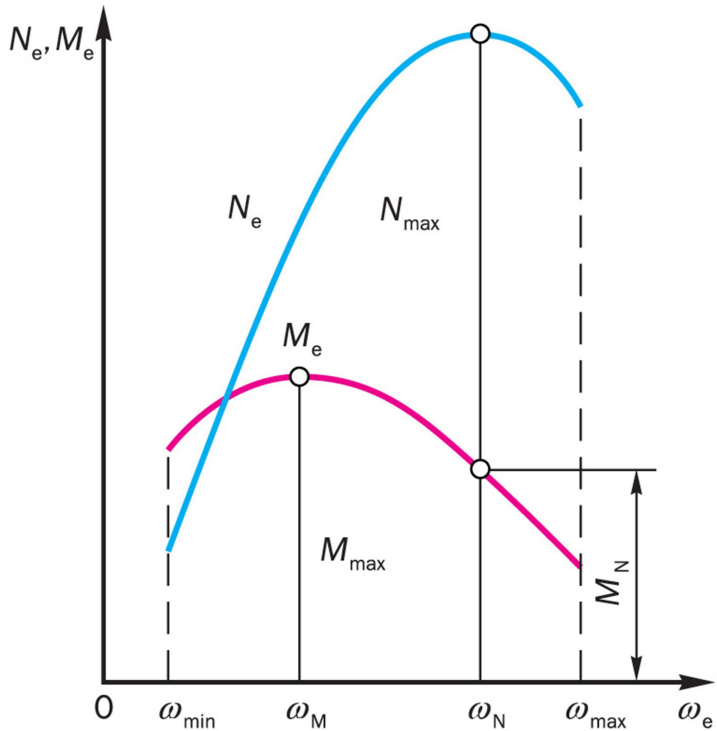


Схема відцентрового регулятора ЦР-2М

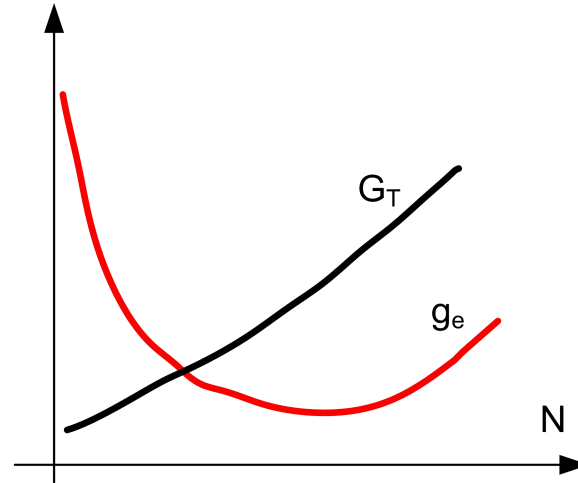


Принципова схема найпростішого безконтактного регулятора напруги

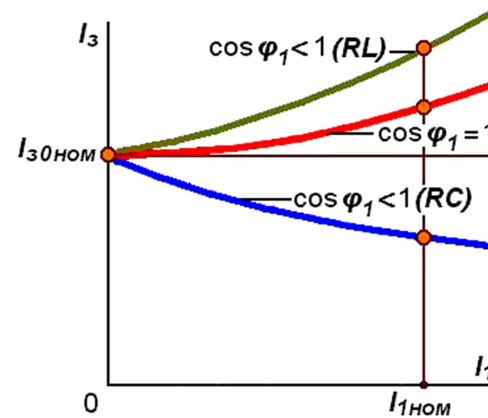
# Обґрунтування необхідності автоматизації мобільної енергетичної установки



Швидкісна характеристика двигуна внутрішнього згорання



Навантажувальна характеристика двигуна



Регульовальна характеристика синхронного генератора

# Вимоги до системи автоматизації мобільної енергетичної установки

- *забезпечення сталої напруги генератора при зміні швидкості обертання*

- *узгодження потужності споживачів та приводного двигуна*

- *забезпечення роботи в пусковому режимі*

- *тепловий захист при порушенні відбору тепла*

- *обмеження максимальної потужності*

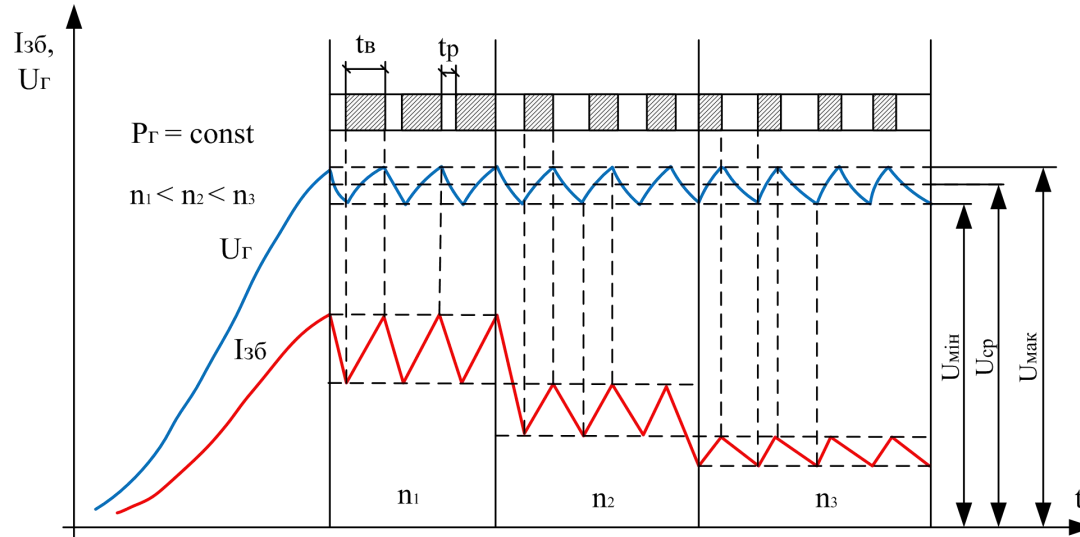
- *підтримання стійкої роботи при різких змінах навантаження*

- *інформування оператора про стан основних параметрів та можливість налаштування уставок*

# Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту реалізації системи керування

| Показники                                      | Мікропроцесорна платформа керування |                      |                     |                   |
|--|-------------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------|
|  | на базі PIC32 + W5100               | на базі STM32+ W5500 | на базі RaspberryPi | Arduino + ESP8266 |
| Вартість додаткового обладнання Д, грн         | 1000                                | 1000                 | 1000                | 1000              |
| Мікропроцесорний пристрій МП, грн              | 500                                 | 650                  | 1500                | 250               |
| Модуль зв'язку МЗ, грн                         | 600                                 | 600                  | 0                   | 0                 |
| Кабельні лінії зв'язку КЛ, грн                 | 100                                 | 100                  | 100                 | 0                 |
| Загальна вартість системи керування СК, грн    | 1200                                | 1350                 | 1600                | 250               |
| Капітальні вкладення К, грн                    | 2200                                | 2350                 | 2600                | 1250              |
| Річні капітальні витрати $K_{річн}$ , грн/рік  | 374                                 | 399,5                | 442                 | 212,5             |
| Амортизаційні відрахування $C_A$ , грн/рік     | 220                                 | 235                  | 260                 | 125               |
| Відрахування на ремонт $C_P$ , грн/рік         | 44                                  | 47                   | 52                  | 25                |
| Відрахування на обслуговування $C_O$ , грн/рік | 110,00                              | 117,50               | 130,00              | 62,50             |
| Загальні відрахування С, грн/рік               | 374,00                              | 399,50               | 442,00              | 212,50            |
| Приведені витрати З, грн/рік                   | 748,00                              | 799,00               | 884,00              | 425,00            |

# Вибір регульованого параметра, що характеризує ступінь використання генератора

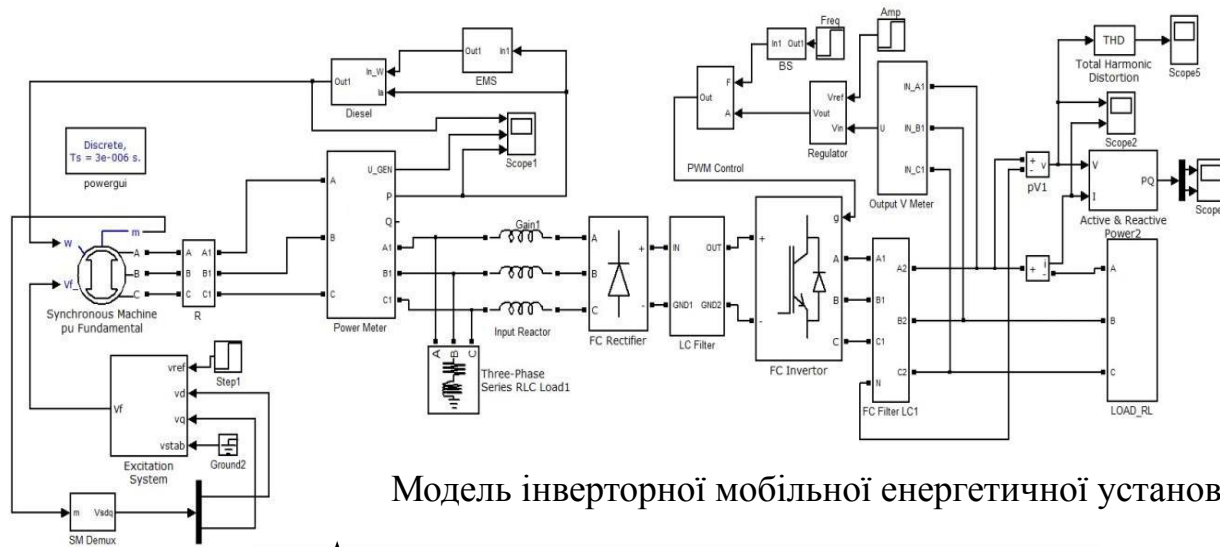


Діаграма роботи синхронного генератора мобільної енергетичної установки

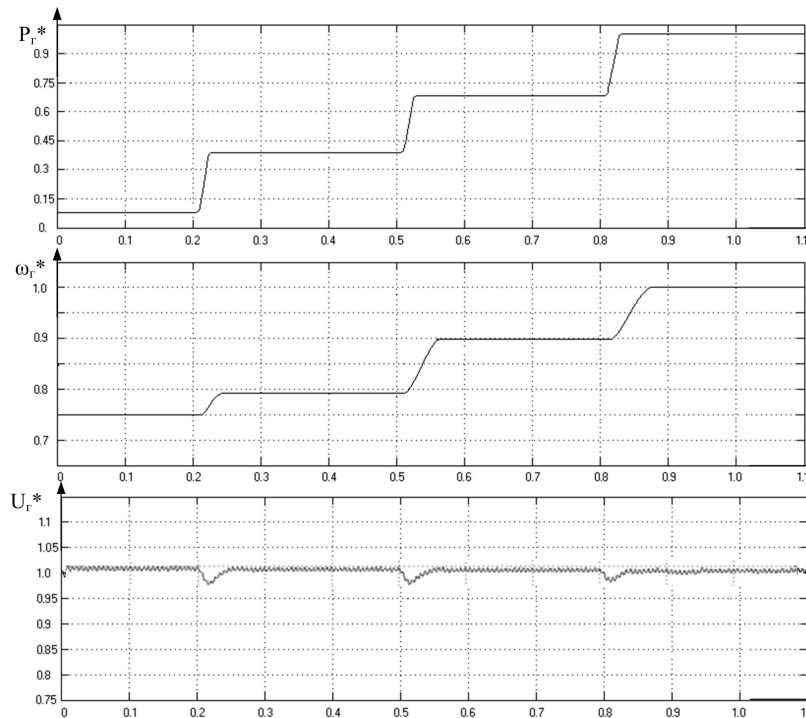


Структурна системи керування мобільною енергетичною установкою

# Модельовання системи автоматизації мобільної енергетичної установки

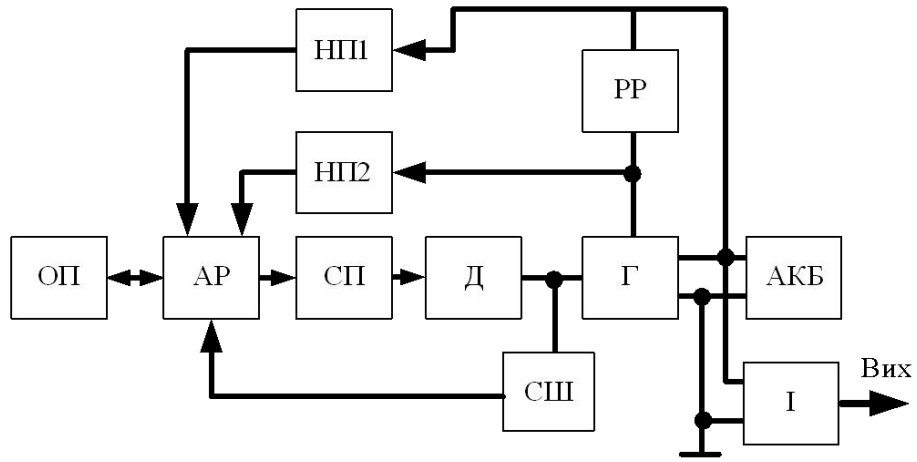


Модель інверторної мобільної енергетичної установки



Результати моделювання систем автоматичного регулювання енергетичної установки

08-16.МКР.001.00.000 Е1

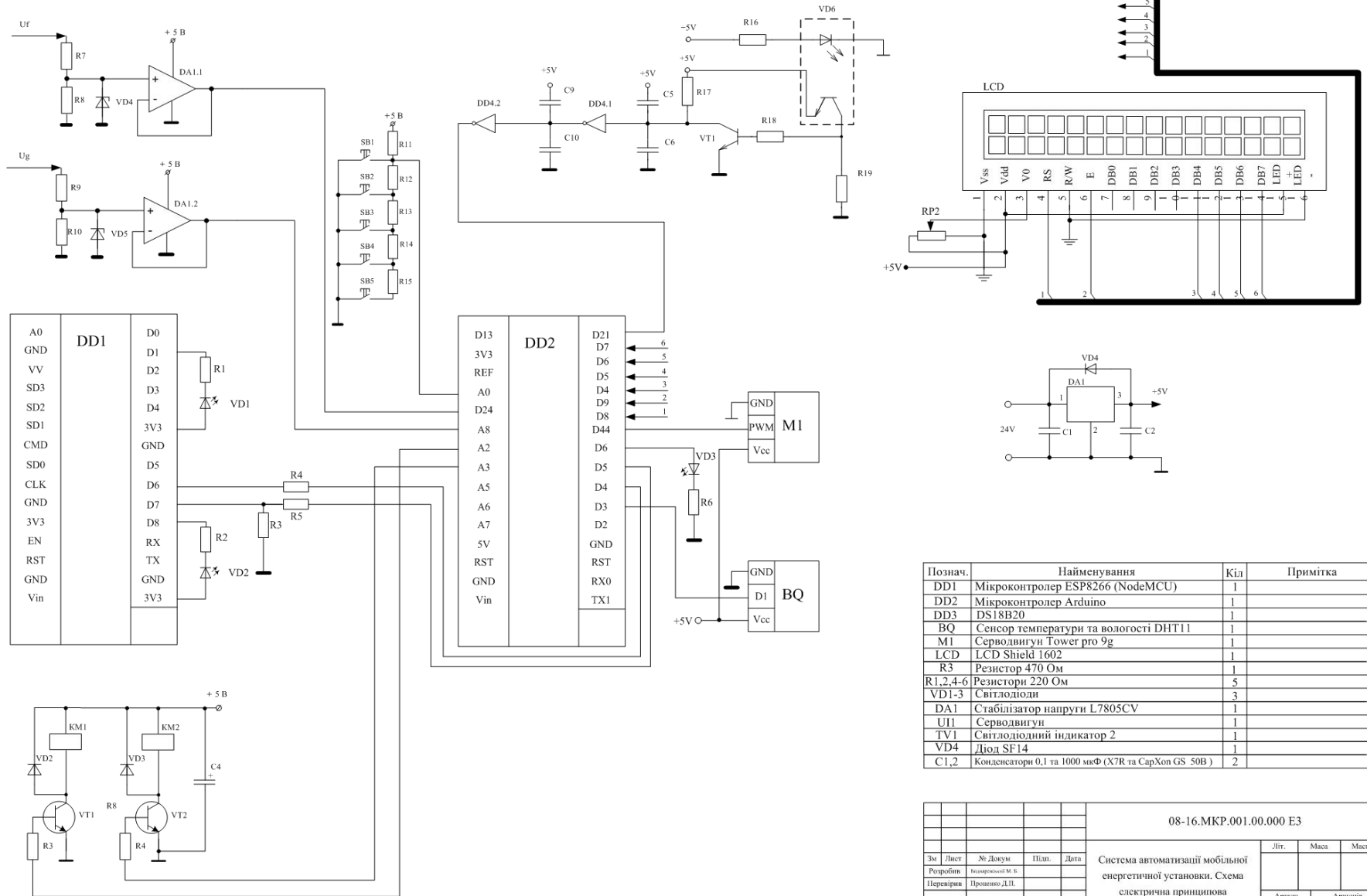


| Познач. | Найменування                   | Кіл. | Примітка |
|---------|--------------------------------|------|----------|
| ОП      | Операторська панель            |      |          |
| АР      | Автоматичний регулятор         | 1    |          |
| НП1     | Перший нормований перетворювач | 1    |          |
| НП2     | Другий нормований перетворювач | 1    |          |
| СП      | Сервопривод                    | 1    |          |
| Д       | Двигун                         | 1    |          |
| Г       | Генератор                      | 1    |          |
| СШ      | Сенсор швидкості               | 1    |          |
| РР      | Реле-регулятор                 | 1    |          |
| СВ      | Сенсор вологості               | 1    |          |
| АКБ     | Акумуляторна батарея           | 1    |          |
| І       | Інвертор                       | 1    |          |

Піліпис та дата  
Інв. №  
На зам. інв.  
Піліпис та дата  
Інв. №

|       |      |            |        |      |   |                         |         |       |
|-------|------|------------|--------|------|---|-------------------------|---------|-------|
|       |      |            |        |      |   | 08-16.МКР.001.00.000 Е1 |         |       |
| Зм    | Лист | № Докум    | Піліп. | Дата | Система автоматизації мобільної енергетичної установки. Схема електрична структурна | Літ.                    | Маса    | Масш. |
|       |      |            |        |      |   |                         |         |       |
|       |      |            |        |      |   | Аркуш                   | Аркушів |       |
|       |      |            |        |      |   | ВНТУ, гр. ЕПА-17М       |         |       |
|       |      |            |        |      |   |                         |         |       |
| Затв. |      | Кутін В.М. |        |      |   |                         |         |       |

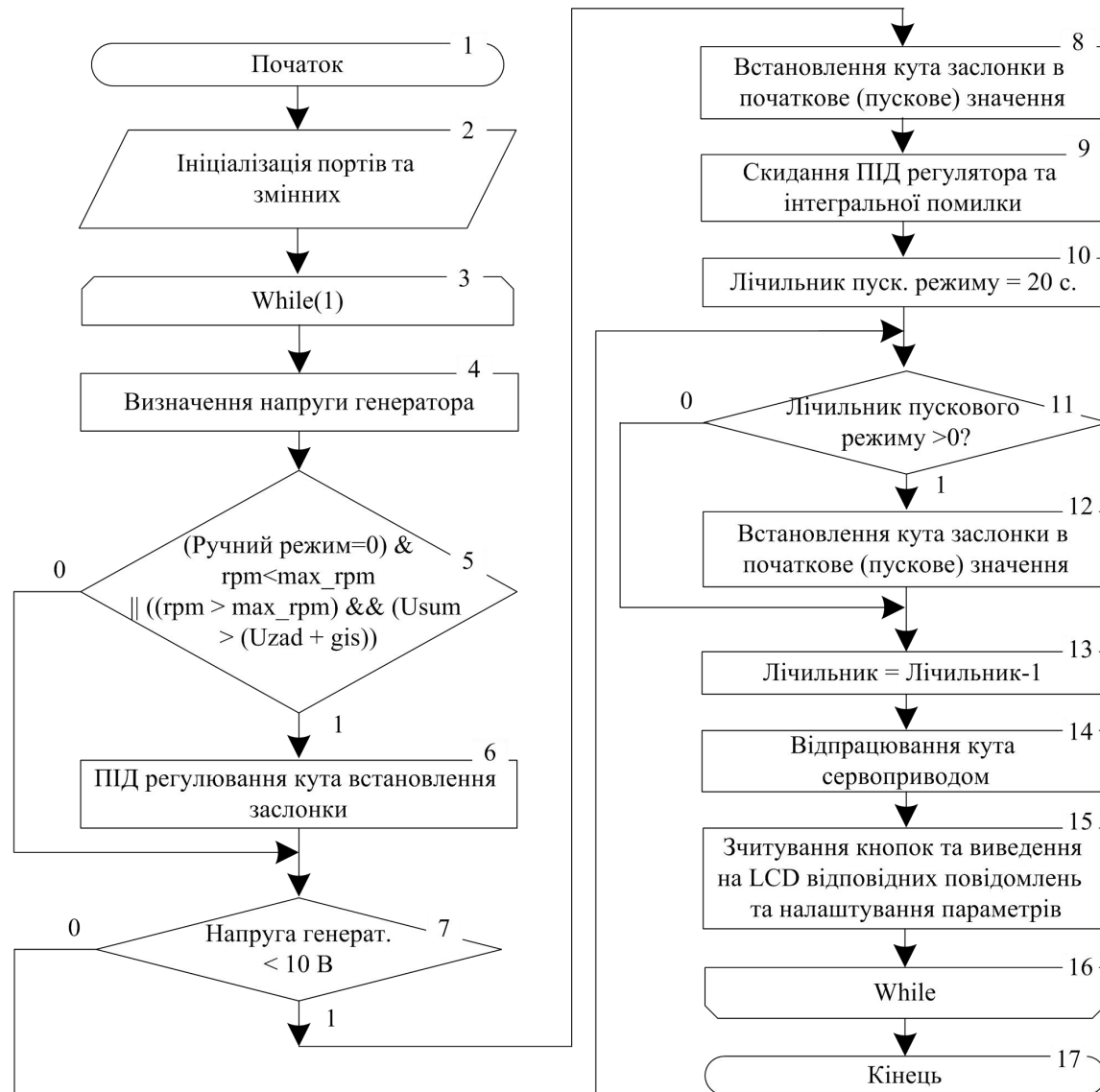




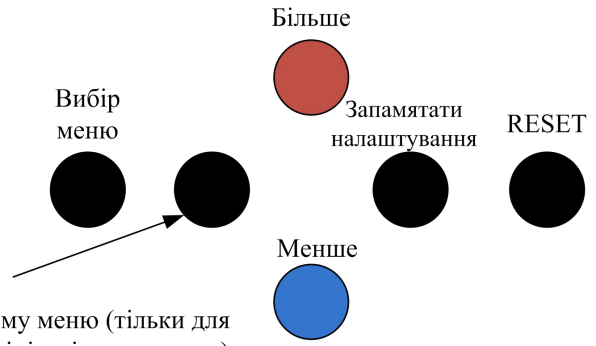
| Познач.  | Найменування  | Кіл | Примітка |
|----------|---|-----|----------|
| DD1      | Мікроконтролер ESP8266 (NodeMCU)                    | 1   |          |
| DD2      | Мікроконтролер Arduino                              | 1   |          |
| DD3      | DS18B20   | 1   |          |
| BQ       | Сенсор температури та вологості DHT11               | 1   |          |
| M1       | Серводвигун Tower pro 9g                            | 1   |          |
| LCD      | LCD Shield 1602                                     | 1   |          |
| R3       | Резистор 470 Ом                                     | 1   |          |
| R1,2,4-6 | Резистори 220 Ом                                    | 5   |          |
| VD1-3    | Світлодіоди   | 3   |          |
| DA1      | Стабілізатор напруги L7805CV                        | 1   |          |
| U11      | Серводвигун   | 1   |          |
| TV1      | Світлодіодний індикатор 2                           | 1   |          |
| VD4      | Діод SF14   | 1   |          |
| C1,2     | Конденсатори 0,1 та 1000 мкФ (X7R та CapXon GS 50B) | 2   |          |

| 08-16.МКР.001.00.000 Е3 |                 |          |       | Літ. |   |  | Маса |  |  | Масш. |                   |  |  |
|-------------------------|-----------------|----------|-------|------|---|--|------|--|--|-------|-------------------|--|--|
| Зм.                     | Лист            | № Докум. | Підп. | Дата | Система автоматизації мобільної енергетичної установки. Схема електрична принципова |  |      |  |  |       | Архив             |  |  |
| Розробив                | Бодаренко М. В. |          |       |      |   |  |      |  |  |       | Архив             |  |  |
| Перевірив               | Прошенко Д.П.   |          |       |      |   |  |      |  |  |       | Архив             |  |  |
| Н.контр.                |                 |          |       |      |   |  |      |  |  |       | ВНТУ, гр. ЕПА-17м |  |  |
| Зав.                    | Кутів В.М.      |          |       |      |   |  |      |  |  |       |                   |  |  |

# Алгоритм програми мікроконтролера

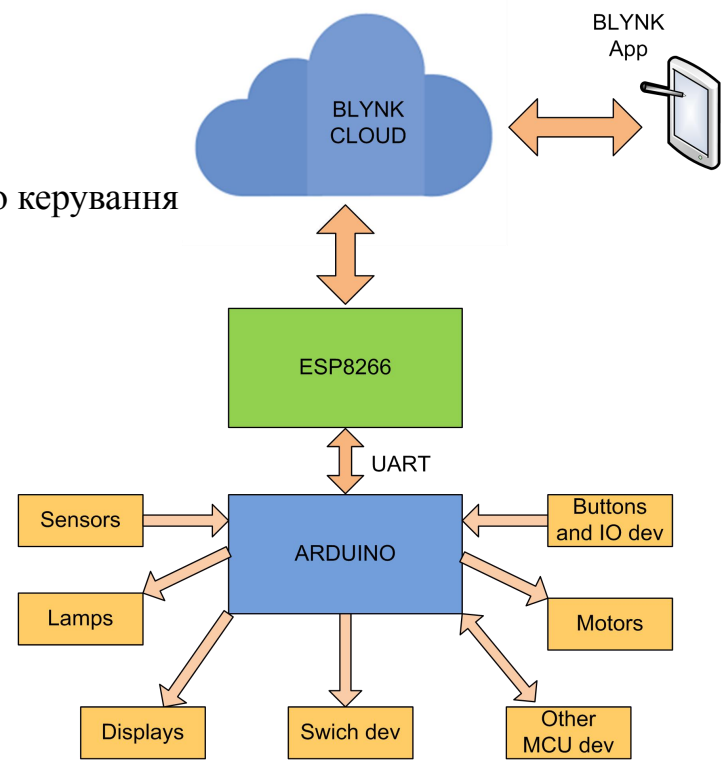


# Розробка інтерфейсів керування енергоустановкою



Вибір в контекстному меню (тільки для налаштування коефіцієнтів регулятора)

Кнопочний пост місцевого керування



Структура хмарного сервісу Blynk



Інтерфейс програми моніторингу та керування в мобільному додатку Blynk

## Висновки

1. В роботі розглянуто актуальний напрямок розробки і створення мобільних енергетичних установок, що працюють із змінною частотою обертання приводного двигуна в залежності від навантаження генератора, що забезпечують відчутну економію палива (до 10-20%).
2. **Наукова новизна** роботи полягає в тому, що в якості критерію узгодження потужності споживачів та приводного двигуна обрано коефіцієнт заповнення імпульсної напруги збудження, який є пропорційний струму збудження, і в певному наближенні коефіцієнту використання потужності генератора. Керуюча дія регулятора потужності діє на сервопривод, що повертає заслінку карбюратора двигуна, змінюючи кількість газу, яка подається в впускний колектор.
3. Стійкість роботи системи керування забезпечується налаштуванням коефіцієнтів ПД-регулятора та обмеженням потужності енергоустановки коли швидкість обертання двигуна перевищує порогове значення.
4. Програма контролера передбачає роботу в пусковому режимі, тепловий захист при порушенні відбору тепла, інформування оператора про стан основних параметрів та можливість налаштування уставок як місцево так і дистанційно.
5. Результати роботи засвідчені практичною реалізацією та апробацією роботи системи автоматизації.
6. Розроблений інтерфейс віддаленого керування та моніторингу дозволяє в мобільному додатку спостерігати за зміною параметрів електрообладнання, або вносити керуючу дію з мобільного пристрою.