

Засіб заряджання електромобілів з  
покращеними електротехнічними,  
механічними та метрологічними  
характеристиками

**доповідач:** Мазур Василь Павлович  
**науковий керівник:** к.т.н., доц. Дудатьєв І.А.

**Актуальність.** В останні два десятиліття в різних областях техніки відбувалися швидкі і радикальні зміни, пов'язані з удосконаленням і застосуванням зарядних комплексів акумуляторних батарей. В даний час такі ЗК АБ знайшли застосування для електричного транспорту, автономних наземних і морських установок з акумуляторними батареями, які є додатковими (резервне живлення) або єдиними джерелами електроенергії.

**Мета дослідження.** Метою роботи є удосконалення зарядного електротехнічного комплексу для проведення автоматизованого заряду з покращеними електротехнічними, механічними та метрологічними характеристиками

**Об'єкт дослідження.** Автономний зарядний електротехнічний комплекс з дизель - генераторним джерелом електроенергії для регенеративного заряду акумуляторної батареї.

**Предмет дослідження.** Математичні моделі, методи, алгоритми та програмні засоби автономного зарядного електротехнічного комплексу

**Методи дослідження.** При вирішенні поставлених задач у роботі були використані методи теорії вимірювального контролю, теорії планування наукового експерименту в ході експериментальних досліджень, комп'ютерного моделювання, теорії вимірювань.

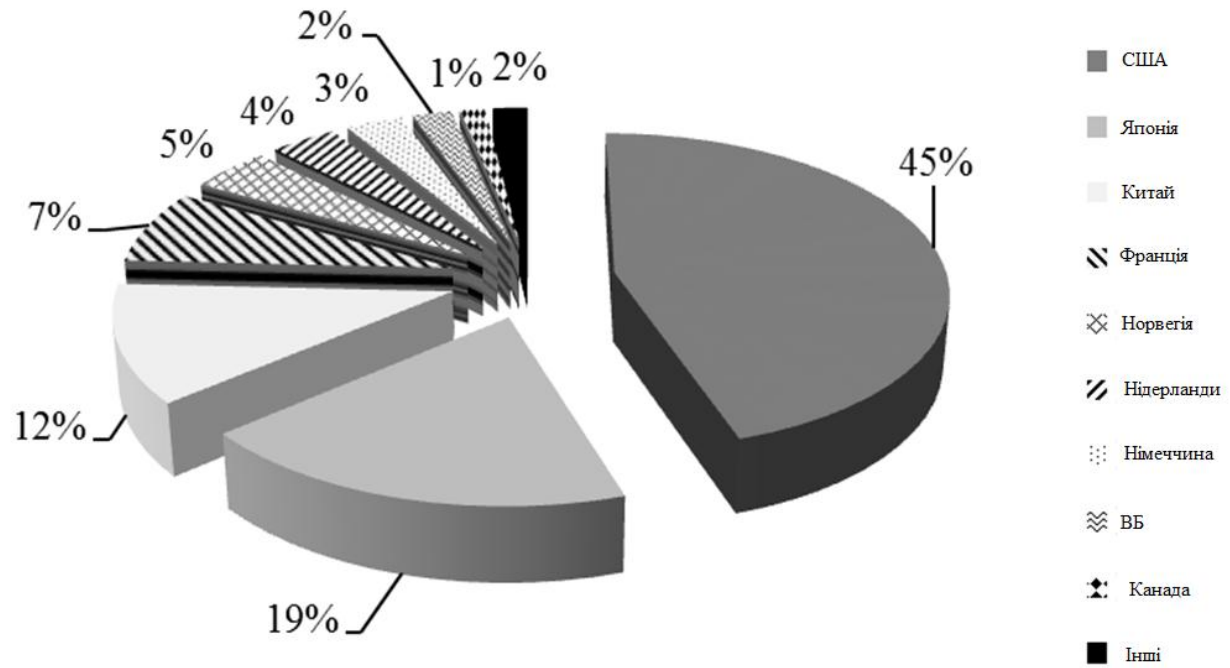
**Наукова новизна одержаних результатів.**

Вперше запропоновано на території України використання гібридних енергетичних комплексів на основі відновлюваних джерел енергії та автономних генераторів, що дозволить підвищити енергобезпеку і енергонезалежність регіонів країни, а також збільшити частку ВДЕ в енергобалансі України;

Запропонований і реалізований алгоритм програмного управління і розроблена система його автоматизації з вибором відповідних апаратних і програмних засобів, що скорочує час заряду АБ на 5% і зменшує споживання електроенергії;

**Практичне значення одержаних результатів.** У роботі отримані такі практичні результати:

1. Розроблена структурно-алгоритмічна організація засобу заряджання електромобіля
2. Розроблено структурну схему засобу заряджання електромобіля
3. Розроблено функціональну схему засобу заряджання електромобіля
4. Методики, використані у роботі, можуть бути застосовані при побудові засобів для заряджання



Розподіл кількості електромобілів і гібридних електромобілів по країнам світу.



Кабель для заряду батареї електромобіля від побутової мережі



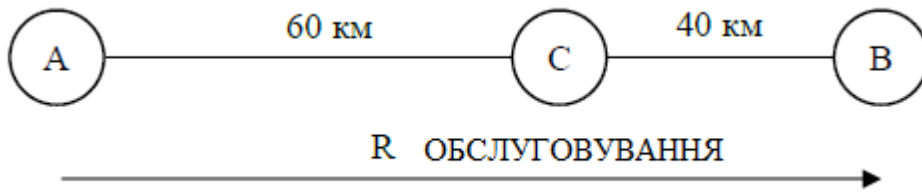
Зарядна станція Schneider Electric EV230WS Evlink.



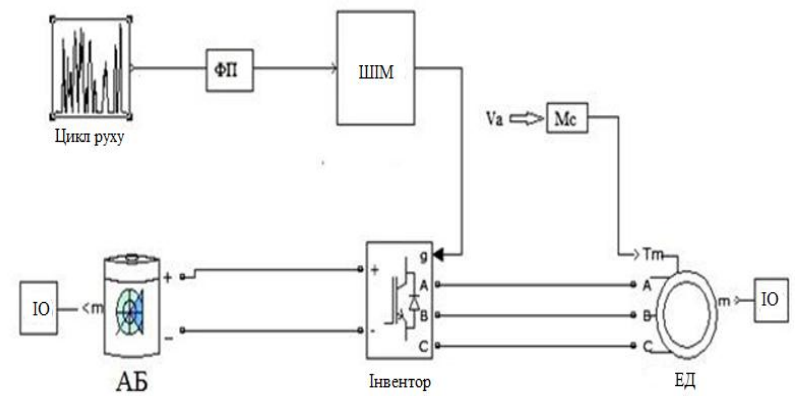
Станція для заряду електромобіля зі змінним і постійним струмом



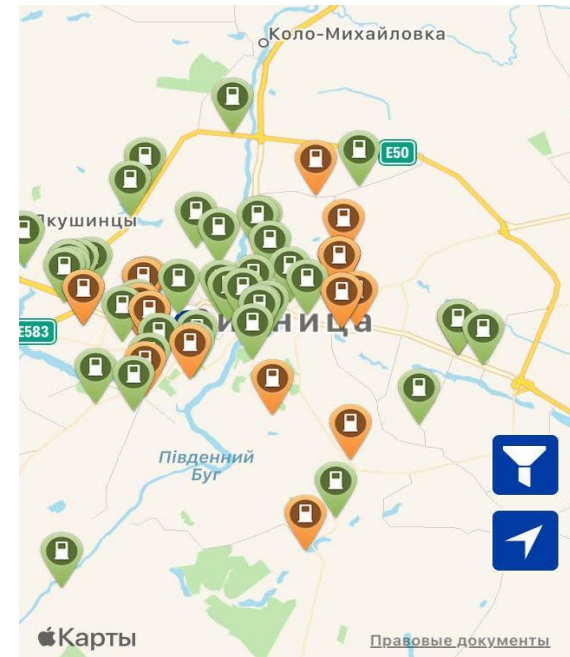
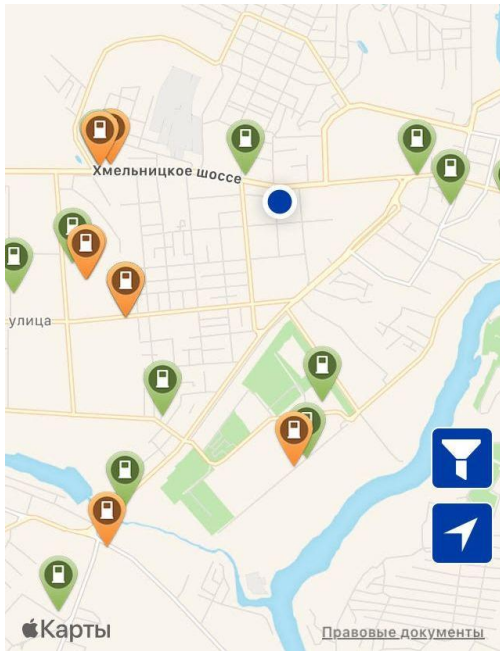
Зарядна станція від компанії Tesla «SuperCharger»



Ілюстрація поняття «Радіус обслуговування»



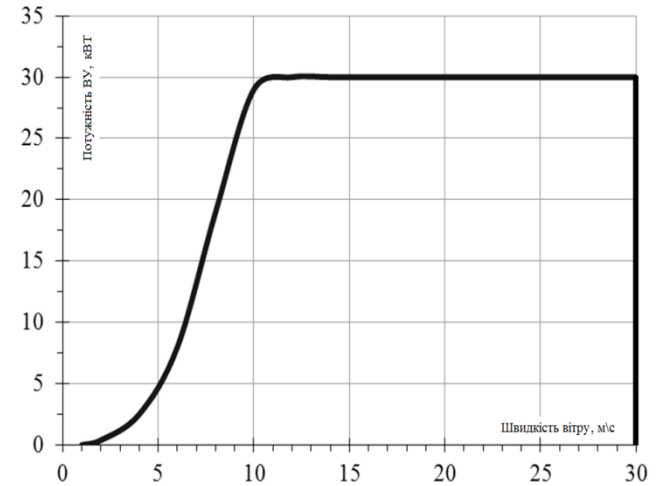
Функціональна схема системи тягового електрообладнання електромобіля



Зарядна інфраструктура у центрі м. Вінниця

# Зовнішній вигляд ВЕУ ТW 60 (компанія Gaske

## WindTechnik



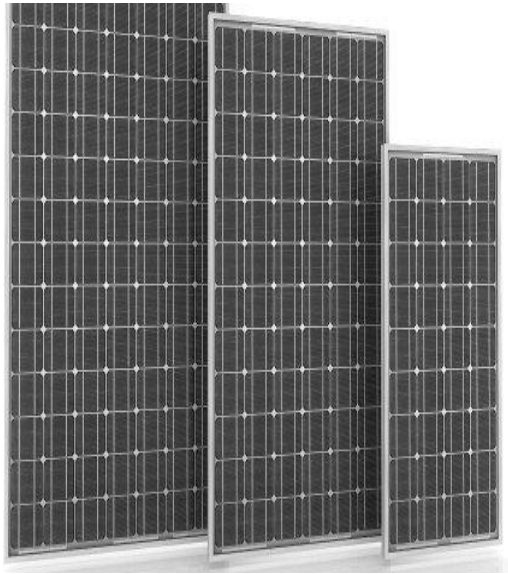
### Залежність потужності від сили вітру

### Потужність повітряного потоку порівнює

$$P_{\text{ВЕУ}}(v) = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \cdot F \cdot \eta(v) \cdot \eta_m \cdot \eta_g$$

Параметр	Кількісна характеристика
Потужність, кВт	60
Висота башти, м	35
Діаметр робочого колеса, м	17.5
Швидкість вітру ввімкнення, м/с	2,5
Оптимальна швидкість вітру, м/с	12
Швидкість відключення, м/с	25

$P_{\text{ВЕУ}}$  – потужність вітроелектричної установки при заданій швидкості вітру, кВт;  
 $\rho$  – густина вітрового потоку, кг/м<sup>3</sup>, при атмосферному тиску 760 мм.рт.ст., та температурі 15 °С становить 1,225 кг/м<sup>3</sup>;  
 $v$  – поточна величина швидкості вітрового потоку, м/с;  
 $\eta(v)$  – коефіцієнт використання вітрової потужності;  
 $F$  – площа обмаху ротора, м<sup>2</sup>, зазвичай визначається як площа кола



## Зовнішній вигляд сонячних модулів ТСМ-200В

Параметр	Кількісна характеристика
Потужність (пікова), Вт	200
Номінальна напруга, В	24
Номінальний ККД	0,15
Коефіцієнт світлопропускання	0,85
Коефіцієнт заповнення	0,97
Габаритні розміри, мм	1310x996x43

$$P_{\text{ФЕБ}} = \eta_{\text{ФЕБ}} \cdot F_{\text{ФЕБ}} \cdot G_t = \eta_r \cdot \eta_{\text{рс}} \cdot \left(1 - \beta(T_c - T_{\text{ref}})\right) \cdot A_{\text{ФЕБ}} \cdot G_t$$

де:  $F_{\text{ФЕБ}}$  – площа фотобатареї, м<sup>2</sup>;

$G$  – відносна інтенсивність сонячного випромінювання, Вт/м<sup>2</sup>;

$\eta$  – коефіцієнт ефективності;

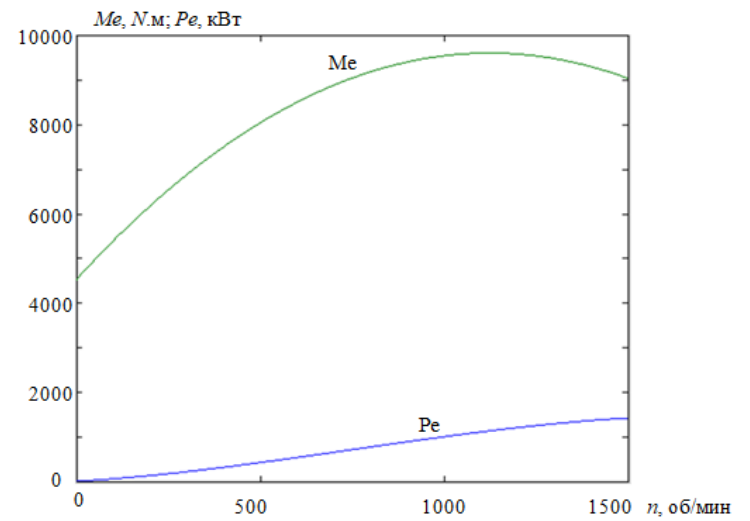
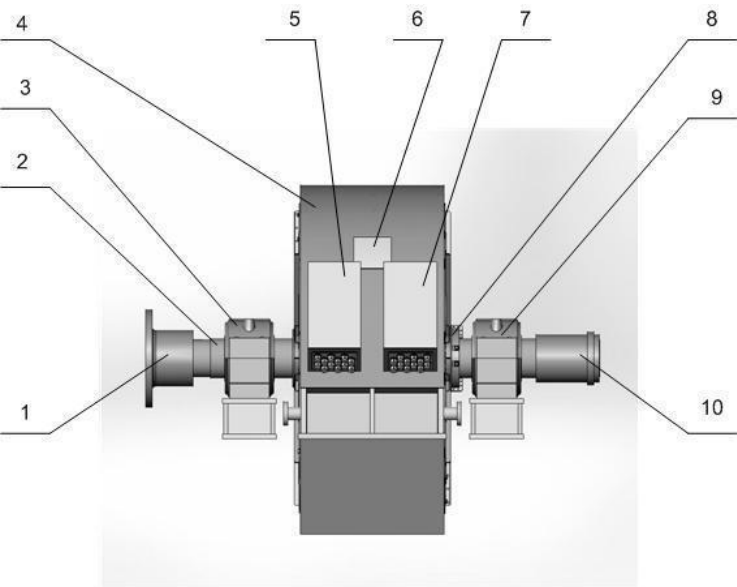
$\eta_r$  – паспортна ефективність фотомодуля;

$\eta_{\text{рс}}$  – ефективність використання потужності, рівна 1 при досягненні точки максимальної потужності MPPT (Maximum Perfect Power Tracker);

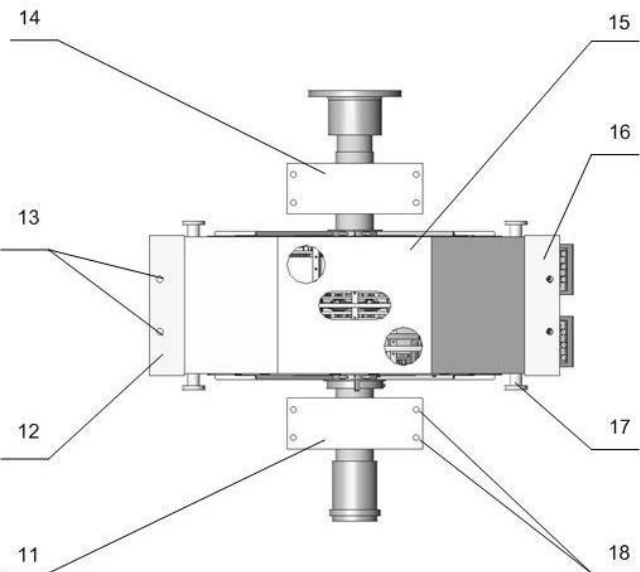
$\beta$  – температурний коефіцієнт ефективності, вважається постійним для конкретного виду напівпровідника (наприклад для кремнієвих фотоелементів 0,004÷0,006 °C<sup>-1</sup>);

$T_{\text{ref}}$  – паспортна температура фотоелементів, °C;

$T_c$  – поточна температура фотоелементів



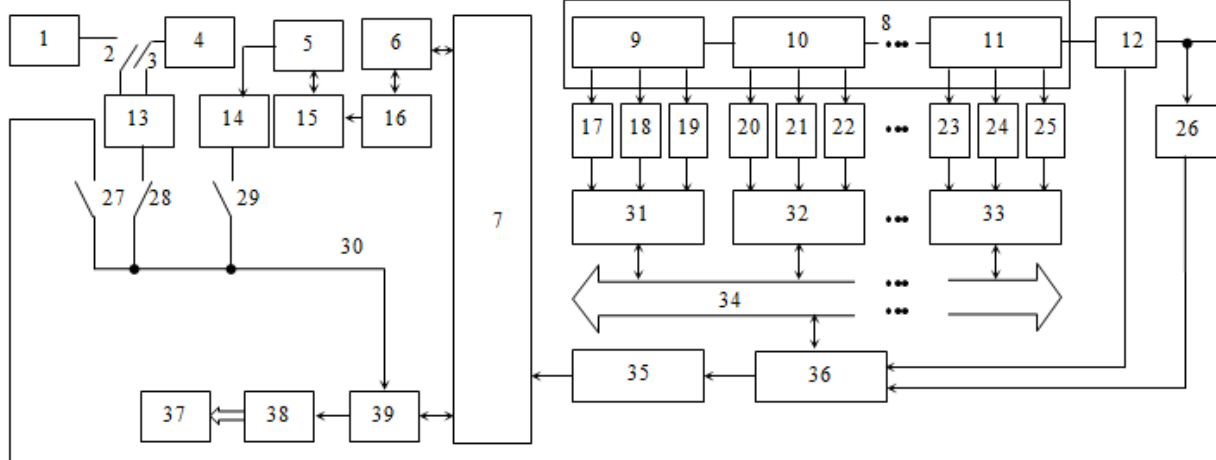
Характеристика дизельного двигуна:  $Me = f(n_e)$  и  $Pe = f(n_e)$



$$P_e = P_{\max} \left[ a \frac{n_e}{n_N} + b \left( \frac{n_e}{n_N} \right)^2 - c \left( \frac{n_e}{n_N} \right)^3 \right],$$

де  $P_e$ ,  $Me$ ,  $n_e$  – потужність двигуна, кВт, крутний момент, Нм, кількість обертів колінчастого вала в хвилину;  $P_{\max}$ ,  $n_N$  – максимальні потужність двигуна і кількість обертів колінчастого вала.  $a, b, c$  – емпіричні коефіцієнти.





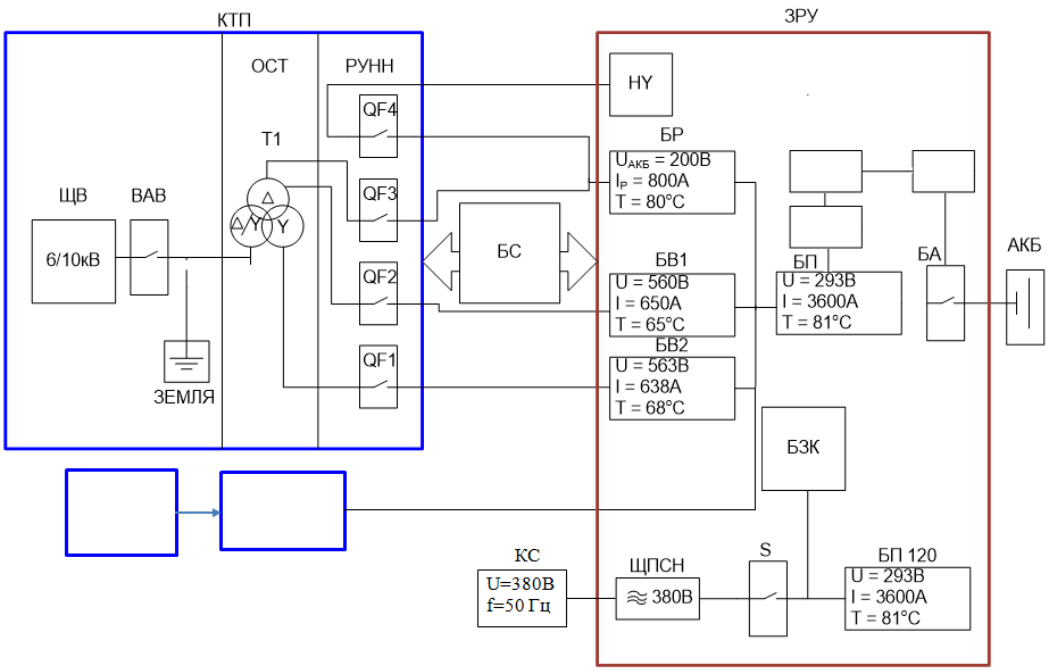
## Спрощена структурна схема запропонованого 33Е

33Е може бути безпосередньо підключений до високовольтного трансформатора, що живиться від промислової мережі трифазного змінного напруги 10 або 6 кВ, 50 Гц або блоку випрямляча [6].

Автономна робота забезпечується при харчуванні комплексу від дизель-генераторної установки [14]. На малюнку представлена деталізована структурна схема автономного зарядно-розрядного електротехнічного комплексу (33Е) з моніторингом стану АБ [107]. Згідно малюнку 1.9, б схема 33Е з моніторингом стану АБ включає АБ 8, зібрану з послідовно з'єднаних першого 9, другого 10, ... і n-го 11 акумулятора (негативна клема першого акумулятора 9 підключена до позитивної клеми другого 10 і т.д.) АБ 8 підключена через послідовно з'єднані автоматичний вимикач 27 іспределітельную шину першої мережі ЕЕС 30 до входу щита головного електродвигуна (Гед) 39; вихід щита Гед 39 підключений до головного електродвигуна 38, до того ж, останній механічно пов'язаний з виконавчим механізмом 37.

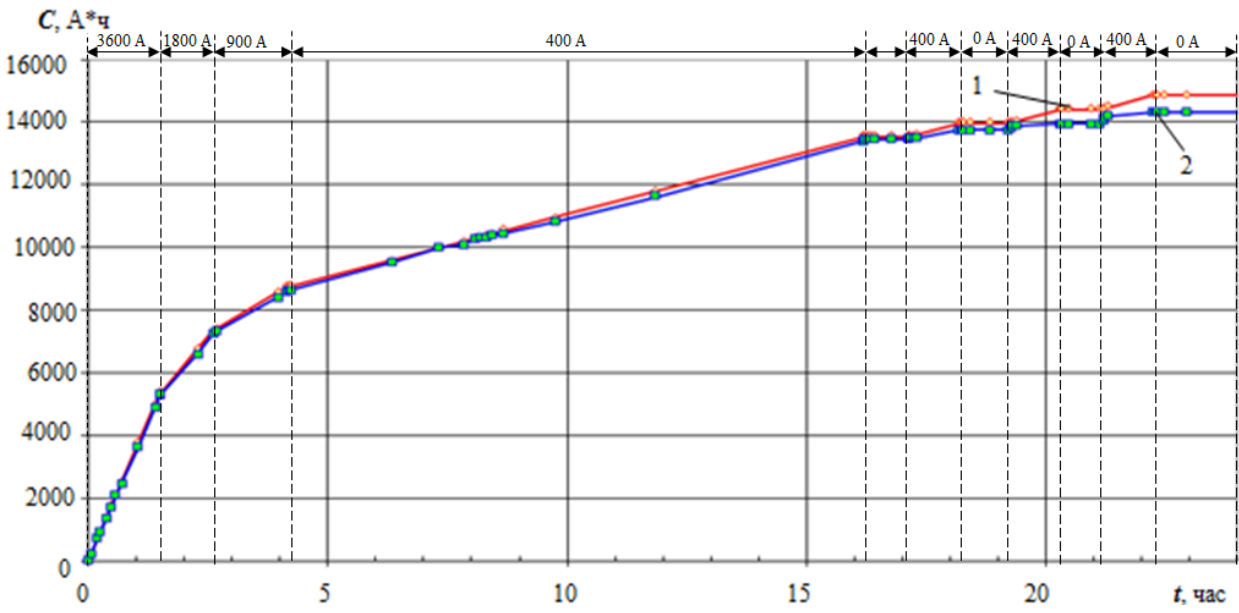
Блок інвертора 13 підключений відповідно через перший 2 і другий 3 автоматичний вимикач до Мережі напруги змінного струму з групою споживачів напруги змінного струму 1 і до навантажувальних пристрою 4. Шина мережі ЕЕС 30 підключена через автоматичний вимикач 28 до блоку інвертора 13, а через автоматичний вимикач 29 до послідовно з'єднаним випрямителю 14, імпульсного трансформатора 5 і до блоку силовим IGBT-ключам 15, який пов'язаний з дизель-генератором 16 і щитом дизель-генератори 6. Комплекс агрегатованих засобів управління ЕЕС 7 першим входом-виходом підключений до виходу щита дизель-генератора 6, другим входом-виходом - до входу-виходу щита Гед 39. датчик струму 12, датчик напруги 26, шафа ЕОМ автоматизованої підсистеми моніторингу стану АБ 35 підключений, відповідно, 36 блок обробки інформації, перший 17, друго- й 20, ... n-й 23 датчик напруги підключений до негативної і позитивної клеми першого 9, другого 10, ... n-го 11 акумулятора АБ 8. Перший 18, другий 21, ... n-й 24 датчик рівня електроліту і перший 19, другий 22, ... n-й 25 датчики температури електроліту поміщений безпосередньо в міжелектродному простір банок першого 9, другого 10, ... n-го 11 акумулятора АБ 8. Перше 31, друге 32, ... n-е 33 пристрій контролю параметрів першого 9, другого 10, ... n-го 11 акумулятора встановлений безпосередньо на верхню частину банки першого 9, второго 10, ... n-го 11 акумулятора АБ 8.

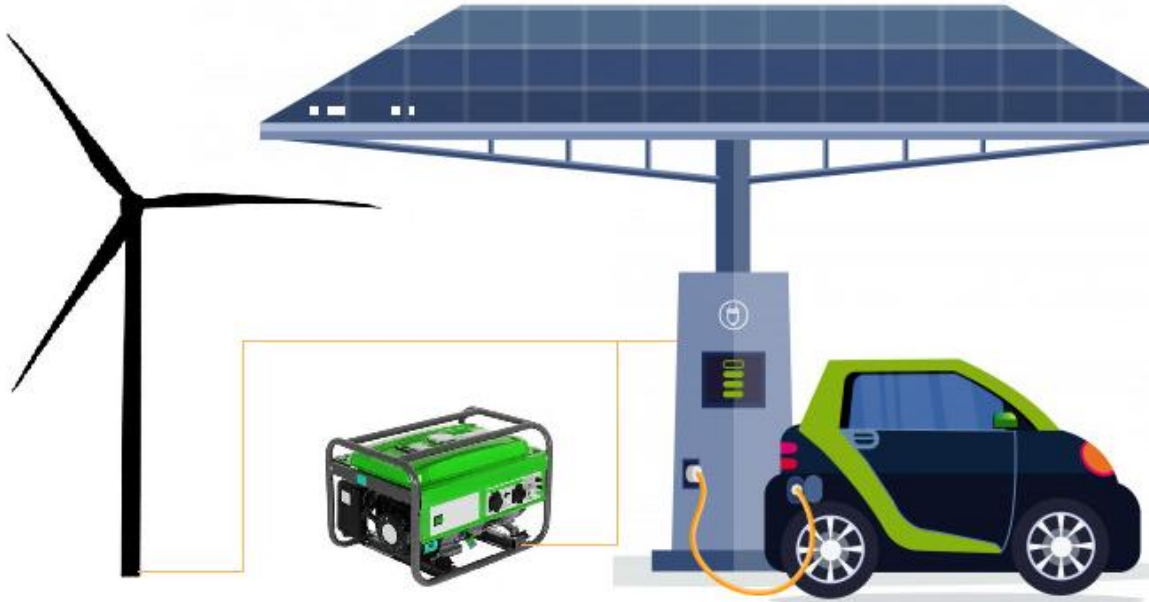
Шина інформаційного обміну 34, поєднує перше 31, друге 32, ... n-е 33 пристрій контролю параметрів першого 9, другого 10, ... n-го 11 акумулятора АБ 8 і блок обробки інформації 36. Інформаційний вихід датчика струму 12 підключений до входу відповідно першого 36, вхід датчика напруги 26 підключений до силового виходу пропорційно датчику струму 12. вихід датчика напруги 26 підключений до другого входу пропорційно блоку обробки інформації 36, до першого і входу шафи ЕОМ автоматизованої підсистеми моніторингу стану АБ 35 підключений відповідно 36 блок обробки інформації. Вихід шафи ЕОМ автоматизованої підсистеми моніторингу стану АБ 35 підключений до входу комплексу агрегатованих засобів управління



# Функціональна схема ЗЗЕ

Ємність АБ в реальному часі при заряді струмами 3600-1800-900-400 А, де: 1 - розрахункова ємність УКПА; 2 - експериментальна ємність Похибка визначення розрахункової щільності (1) в порівнянні з експериментальною (2) становить 1,18% ÷ 6,8%





Функціональна схема розроблення засоби заряджання електромобілів

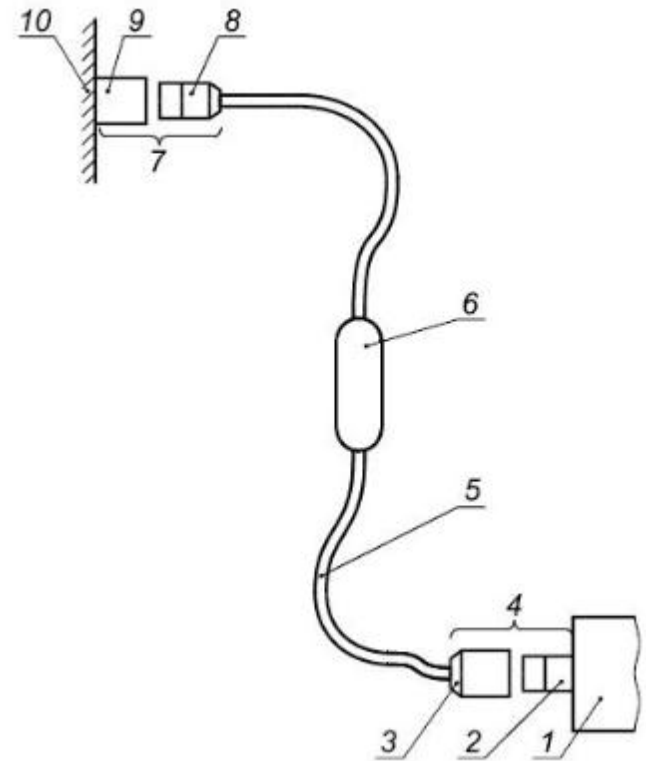


Схема застосування притроїв

На рисунку наведено наступні позначення: 1 - транспортний засіб; 2 - введення транспортного засобу; 3 - переносна розетка транспортного засобу; 4 - з'єднувач транспортного засобу; 5 - гнучкий кабель; 6 - кабельний блок управління; 7 - вилка і штепсельна розетка; 8 - вилка; 9 - штепсельна розетка; 10 - джерело живлення (мережа або EVSE).

Загальні та основні метрологічні характеристики розробленої універсальної зарядної

Плитка в бетонній основі або настінна конфігурація;

Одна, дві або три точки для заряду;

Діапазон потужності: 1-30 кВт;

Відсутність напруги на коннекторе при відключеному пристрої від автомобіля;

Напруга живлення 220 \ 240 В кожної точки;

Довжина кабелю: 3,7 м

Стандарт J1772;

Онлайн облік спожитої електроенергії та часу заряду;

Інформаційний ЖК дисплей ;

Установка всередині / поза приміщеннями;

Температура експлуатації від -50 ° С до +50 ° С;

Клас захисту від проникнення: IP54;

Управління з використанням GSM модему, карти доступу ;

Дистанційне оновлення ПЗ;

Клас захисту від механічних впливів: IK10;

Водостійка і ударостійка конструкція;

Однопортова універсальна зарядна станція загального користування Type 1;

Габарити: 2503x35x24 см ;

Вага 120 кг;

Вихід напруги: 220V;

Видавана потужність: 10 кВт;

Споживання: однофазне 40А;

Конектор: J1772 (Type 1).

Було проведено оцінку комерційного потенціалу розробки засобу заряджання електромобілів з покращеними електротехнічними, механічними та метрологічними характеристиками, який є на середньому рівні.

При порівнянні нової розробки з аналогом виявлено, що вона є якіснішою і конкурентоспроможнішою відносно аналога, а також краще по технічним і економічним показникам.

Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи по кожній з статей витрат складе 62953,6 грн. Загальна ж величина витрат на виконання та впровадження результатів даної НДР буде складати 251814,41 грн.

Вкладені інвестиції в даний проект окупляться через 2,9 роки при прогнозованому прибутку грн. за три роки.

Дякую за увагу!