

Automatizált lítiumion-akkumulátorcella-tesztelő

A tesztelő

Nagy Dániel

Felkészítő: Kovács Árpád

Műszaki Iskola, Ada, Szerbia, Moše Pijade 47.

1. Bevezetés

Manapság az akkumulátorok elengedhetetlen részét képezik számos technológiai eszköz működésének, legyen szó hordozható eszközökről, elektromos járművekről vagy szerszámgépekről. Én úgy vélem, hogy az akkumulátorok minőségének ellenőrzése kritikus szerepet játszik a biztonságos és hatékony üzemeltetésben.

Pályamunkaként egy automatizált 18650-es lítiumion akkumulátorcella tesztelő rendszert készítettem el, amely képes a használt cellák állapotának hatékony felmérésére és pontos vizsgálatára. Célom egy olyan megoldás megvalósítása volt, amely minimalizálja az emberi beavatkozást, de biztosítja a folyamat megbízhatóságát. Emellett a rendszer jelentős előnyt nyújt az újrahasznosítás, környezetvédelem terén, mivel biztosítja, hogy a jó állapotú akkumulátorcellák ne kerüljenek véletlenül kidobásra, abban a tudatban, hogy hibásak, csökkentve ezzel a már meglévő veszélyes hulladékok mennyiségét.

2. Probléma megoldásának menete

A projekt keretében egy teljesen automatizált tesztelő állomást hoztam létre, amely az 18650-es akkumulátorcellák kapacitását méri, valamint a töltési és merítési folyamatát weboldalon keresztül valós időben követi.

Munkám megvalósítása során számos hardveres és szoftveres megoldást alkalmaztam, amelyek együttműködve biztosítják munkám teljes működését.

2.1. A modell tervezése, nyomtatása

A pályamunka megvalósításának első lépése a szerkezet megtervezésével kezdődött. A Fusion 360 nevezetű programot használtam, melynek segítségével precíz modelleket tudtam készíteni.

A megtervezett modell 3D nyomtatóval készült el, melyhez PLA és TPU filamentet használtam. Az 1. ábrán látható berendezés tökéletes működése érdekében elengedhetetlen a szerkezet méreteinek pontos kivitelezése. Korábban nem dolgoztam 3D nyomtatókkal, ezért figyelembe kellett vennem az általam használt nyomtató pontatlanságát.



1. ábra: Automatizált állomás váza

2.2. Akkumulátorcella kódjának leolvasása

A 18650-es cellán található gyári kód leolvasása optikai karakterfelismerés (OCR) segítségével történik, melyet a 2. és 3. ábra szemléltet. Ez a megoldás biztosítja, hogy a tesztelés során rögzített adatok egyértelműen hozzárendelhetők legyenek az adott akkumulátorhoz. Korábban már foglalkoztam képfeldolgozással, így ez nem okozott nagyobb nehézséget.



2. ábra: Képkészítés a telefon kamerájával

```
def rotate_revolver(client):
    client.write_coil(MODBUS_OUTPUT_PWM_ENABLE, True)
    time.sleep(2)
    client.write_coil(MODBUS_OUTPUT_PWM_ENABLE, False)
    print("🔧 Revolver elforgatva.")

def capture_and_ocr():
    try:
        response = requests.get(IP_WEBCAM_URL, timeout=5)
        image_data = np.frombuffer(response.content, np.uint8)
        frame = cv2.imdecode(image_data, cv2.IMREAD_COLOR)
        if frame is None:
            return ""
        rotated_frame = cv2.rotate(frame, cv2.ROTATE_90_COUNTERCLOCKWISE)
        gray = cv2.cvtColor(rotated_frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
        text = pytesseract.image_to_string(gray, config=OCR_CONFIG).strip()
        return text if text else "N/A"
    except Exception as e:
        print(f"❌ OCR hiba: {e}")
        return "N/A"
```

3. ábra: 18650-es cellán található kód feldolgozása a képkészítés után

Ha az akkumulátorcella helyzete nem megfelelő a leolvasáshoz, akkor egy DC motorral meghajtott, gumírozott csapágy gondoskodik a cella fordításáról. Ez a legmegfelelőbb mód arra, hogy kiküszöböljem azt a problémát, ha az akkumulátorcella helytelenül került volna elhelyezésre az adagolóban.

2.3. PLC működése, pneumatika alkalmazása és kapcsolat létesítése

A Siemens LOGO! 8.4 PLC felelős a berendezés mechanikai mozgatás és pozicionálás kezelésért. A programot Function Block Diagram-ban terveztem meg. A PLC és a Raspberry Pi között Modbus TCP/IP kommunikációs protokoll van kialakítva, mely lehetővé teszi a kétirányú adatcserét.

Az induktív szenzor a henger precíz pozicionálását biztosítja. A vastörmelék érzékelésekor egy jelet küld a PLC-nek, hogy a henger a kívánt helyzetben van. Ezáltal a motor nem lépésszámba vagy időalapú vezérlésre alapul, hanem egy konkrét, fizikai visszajelzést kap arról, hogy mikor kell megállnia. Ez a módszer megbízhatóbb, mint az időzítés alapú pozicionálás.

2.4. Az akkumulátorcella merítése és töltése

Az akkumulátorcellák merítése és töltése szakaszosan, ciklikusan és felügyelten történik. A töltési szakaszban a rendszer 30 másodpercenként váltja a töltési oldalt: egyszer az 'A' cellát, majd a 'B' cellát tölti. Ez biztosítja a terhelés egyenletes elosztását, valamint a rendszer hosszú távú stabilitását. A töltési folyamatot a cellák feszültségének folyamatos ellenőrzése kíséri, és 4,2 V elérésekor automatikusan leáll. A merítési szakasz során a rendszer feszültségalapú szabályozást alkalmaz, és 3,0 V elérésekor állítja le a kisütést. A kisütési folyamat közben 30 másodpercenként egy rövid szünetet tart, amely során terhelés nélküli feszültséget mér. Ezen adatok birtokában a belső ellenállás kiszámítása is megtörténik. A mérési adatok az adatbázisba kerülnek mentésre, hogy későbbi elemzésekhez is rendelkezésre álljanak.

2.5. Az akkumulátorcellák adatainak tárolása

Az állomásban megvizsgált akkumulátorcellák adatait az Appwrite nevezetű back-end felület noSQL adatbázisában rögzítettem. Az adatbázis két collection-ból áll. Az egyik az akkumulátorcellákhoz kapcsolódó adatokat tárolja, például a feszültséget, az állapotot és a belső ellenállást, míg a másik collection a folyamatos adatküldésre szolgál, amely lehetővé teszi a weboldalon a grafikonok készítését.

2.6. Adatok megjelenítése weboldalon keresztül

A weboldal elkészítése során a Vue nevezetű front-end keretrendszert használtam, mely lehetőséget ad a zökkenőmentes reaktív adatkezelésre. Továbbá a Vue segítségével gyorsabban és hatékonyabban lehet fejleszteni, miközben a kód karbantarthatóbbá és modulárisabbá válik, mint egy hagyományos natív weboldal esetében. A weboldal elkészítésének célja az volt, hogy az adatbázisba rögzített adatokat vizuálisan, grafikonok

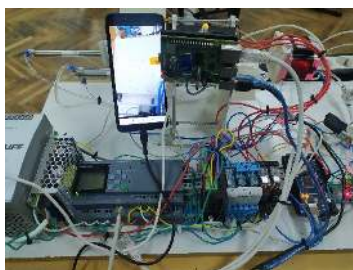
formájában tudjam szemléltetni a későbbi elemzés végett, melyet a 4. ábra szemléltet.



4. ábra: Merítési teszt diagram

2.7. A prototípus

A tesztelő rendszer elkészült prototípusát az 5. ábra szemlélteti.



5. ábra: Az akkumulátorcella-tesztelő prototípusa

3. Elért eredmények

Pályamunkám során sikerült megvalósítanom a következő célokat:

1. környezetszennyező hatás csökkentése: a jó állapotú használt akkumulátorcellák újrahasználatának elősegítése, ezzel elkerülve a veszélyes hulladék keletkezését,
2. az automatizáció megvalósítása, időmegtakarítás: az emberi beavatkozás szükségességének jelentős csökkentése,
3. pontos állapotfelmérés: a rendszer képes a cellák pontos állapotának és kapacitásának elemzésére, a belső ellenállás és kapacitás mérésére.

A rendszer újszerűsége abban rejlik, hogy a feszültségalapú vezérlést kombinálja a ciklikus töltési eljárással, miközben valós időben történik az adatok rögzítése és kiértékelése az adatbázisban, melyet egy könnyen elérhető weboldalon keresztül lehet követni. Ez a megközelítés nemcsak pontosabb eredményeket biztosít, hanem hatékonyabbá is teszi a cellák állapotának diagnosztikáját.