**Tápellátás**

**Követelmények:**

Mivel az eszköznek folyamatos külső tápellátás nélkül is üzemképesnek kell lennie, ezért beépített akkumulátorral kell rendelkeznie. Az akkumulátor egyszerű tölthetőségének érdekében a beépített microUSB csatlakozón keresztül kell biztosítani az akkumulátor töltését. A piacon a legelterjedtebbek és legkönnyebben elérhetőek a Li-Ion akkumulátorok, melyek fő előnyei a magas energiasűrűség, alacsony ár és magas névleges feszültség (3.7V). Legfőbb hátrányuk, hogy a túltöltésre és túlzott kimerítésre egyaránt rendkívül érzékenyek, ezért az akkumulátor megfelelő védelméről gondoskodni kell.

A felhasznált mikrokontroller maximális áramfelvétele (WiFi használata mellett) 500mA, névleges feszültsége 3.3V. A panel további áramkörei és a bővítőmodul számára további 500mA biztosítandó. A modul bemenő feszültsége az USB csatlakoztatása esetén 5V, akkumulátoros üzem esetén 3V és 4.2V között változik, ezért a rendszerfeszültség megfelelő szabályozásáról gondoskodni kell. A szabályzással szemben támasztott elvárás az alacsony veszteség akkumulátoros üzem során és az alacsony zajszint, mivel a panel mérőáramkörei érzékenyek lehetnek a tápfeszültség zajára. A rendszer indulásakor és üzem során biztosítani kell, hogy a mikrokontroller és az egyéb áramkörök alacsony rendszerfeszültség esetén RESET állapotba kerüljenek.

**<***Blokkvázlat a tápellátásról***>**

**Az USB csatlakozás:**

Az eszköz esetleges meghibásodása esetén az USB portot védeni kell a nemkívánatos elektromos jelenségektől. Az eszközből az USB port felé történő esetleges áram visszahajtást egy Schottky-dióda akadályozza meg, a dióda alacsony nyitófeszültsége garantálja, hogy normál üzemben nem veszítünk sokat a bemenő feszültségből. A túláram védelmet egy Polyfuse biztosítja, mely rendellenesen magas áramfelvétel esetén megszakítja az áramkört, majd a zavarállapot megszűnése után automatikusan visszaáll alapállapotba. Az USB adatvonalak védelmét és a tápvonal túlfeszültség-védelemét erre a célra dedikált IC látja el. Választásom az STMicroelectronics USB6B1-es chipjére esett, mivel az említett feladatokat egyetlen alkatrészben hely- és költségtakarékosan valósítja meg, valamint közvetlenül kompatibilis az USB port kialakításával.

*<Kép az USB csatlakozás kapcsolásáról>*

**Az akkumulátor töltése:**

Az akkumulátor töltését is erre a célra dedikált IC látja el. A választás során fontos szempont volt az USB szabvánnyal való kompatibilitás, és az alkalmazásnak megfelelő státuszjelek megléte. Két chip között mérlegeltem, ezek a Microchip MCP73871 és a Texas Instruments BQ24075 modelljei. Választásom az utóbbira esett, ennek oka az egyszerűbb programozhatóság és az alkalmazás számára szükséges státuszjelek közvetlen előállítása. A választott IC rendelkezik dinamikus Power Path Management lehetőséggel, így csatlakoztatott állapotban egyszerre képes az akkumulátor töltésére és a rendszer meghajtására. A töltés paraméterei egyszerűen programozhatók, rendelkezik a töltést és az akkumulátort engedélyező bemenetekkel, időzítésvédelemmel. Open-drain kimenetein képes jelezni az akkumulátor töltési állapotát (töltődik/nem töltődik), valamint ha a bemenetén megfelelő tápforrást érzékel.

TS bemenetén képes egy az akkumulátor mellé telepített 10 kOhm-os NTC termisztor mérésére, amellyel az akkumulátor túlmelegedés elleni védelme megvalósítható.

A BQ24075 háromféle üzemmóddal rendelkezik: *Normal-mode, DPPM, Battery-supplement*

Normal mode-ban akkor van a chip, ha a bemenete kb. 5V feszültséggel táplált és az akkumulátor teljesen fel van töltve, ekkor a kimeneti feszültsége megközelítőleg 5V. Ha az akkumulátor éppen töltődik, a DPPM üzemmód automatikusan csökkenti a töltőáramot, ha azt a terhelés megkívánja. Ebben az állapotban a kimeneti feszültség a terhelés függvényében 3.8V és 4.3V között változik. Ha a terhelő áram meghaladja a maximális bementi áramot, a chip Battery-supplement módba vált és az akkumulátor megtámogatja a kimenetet (a bemeneti áram maximális). Ha csak az akkumulátor van jelen, a kimeneti feszültség körülbelül az akkumulátor feszültsége, annál minimálisan alacsonyabb.

A BQ24075 a kimeneti feszültség szabályozására egy belső LDO-t használ, az egyes állapotokban a következő veszteség-teljesítményekkel kell számolni (USB 5V, max. 1A terhelés):

* Teljesen feltöltött akkumulátor és csatlakoztatott USB esetén: **zérus**, mivel a bemeneti és kimeneti feszültség közel azonos.
* Töltődő akkumulátor és csatlakoztatott USB esetén: maximum **1.2W**, a megadott terhelés és a minimális kimeneti feszültség mellett (5V – 3.8V, 1A).
* Csak akkumulátoros üzem esetén: **zérus**, mivel a bemeneti oldal leválasztásra kerül a kimeneti oldaltól.

*<Kép az akkumulátortöltő kapcsolásról>*

**Az feszültség szabályozása:**

*<Kép a feszültség szabályozásáról>*

**A fogyasztás felügyelete:**

Az eszköz diagnosztikai célból folyamatosan megfigyeli a pillanatnyi fogyasztását. A bővítőmodulokra való tekintettel két csatornára van szükség, hogy az alapmodul és a bővítőmodul fogyasztása külön-külön felügyelhető legyen. A feladatot a Microchip PAC1720 IC-je látja el, amely alkalmas két külső precíziós mérőellenálláson átfolyó áram, valamint a buszfeszültség mérésére, illetve ezekből az energiafelvétel meghatározására. Az áramkör SMBus kommunikációval van ellátva, így illeszthető a meglévő I2C buszra. Rendelkezik egy open-drain ALERT/ kimenettel is, amelyen keresztül a mikrokontrollertől megszakítást kérhet, ha a mért paraméterek egy programozható kritikus tartományba kerülnek. Hasonló kialakítással rendelkezik a PAC1932 is, így alternatívájaként szolgálhat a jelenlegi megoldásnak.

*<Kép a fogyasztás felügyeletéről>*

**Power-on reset:**

Annak érdekében, hogy a rendszerfeszültség a minimálisnál alacsonyabb szintre zuhanása (brownout) a mikrokontroller megfelelő RESET állapotát eredményezze, egy feszültségfigyelő áramkör (STM6315) került illesztésre. Az áramkör 2.93V-os rendszerfeszültségnél alacsonyra húzza a mikrokontroller engedélyező bemenetét. A feszültség megfigyelése mellett az áramkör rendelkezik egy alacsony-aktív MR/ bemenettel, melynek segítségével külső forrásból (nyomógomb) is kiváltható a RESET. A nyomógomb pergésmentesítését az IC magától elvégzi, majd a mikrokontroller által elvártnál (50us) lényegesen hosszabb ideig (210ms) RESET állapotot biztosít. Az IC kimenete alacsony-aktív és open-drain, ezzel biztosítható, hogy esetleges további források (pl. bővítőmodul) is kezdeményezhessenek RESET-et.

*<Kép a RESET körről>*