

Műholdas vevőrendszer Raspberry Pi 3 és Linuxszal

Németh Róbert, nrobi.tm3@gmail.com; Erdei Szabolcs, szabolcs.erdei123@gmail.com;
dr. Tadity Vladimir László, laslo.tadic@gmail.com
Mihajlo Pupin Villamossági Szakközépiskola, Újvidék, Szerbia



Jelen cikk egy középiskolai projekt eredménye, melynek célja a meteorológiai műholdak által sugárzott jelek vételére alkalmas vevőrendszer felszerelése és üzembe helyezése volt. A jelvétel egy 2-elemes kereszt-dipólantennával történt, előerősítővel. A jelfeldolgozás Raspberry Pi 3 számítógépen futott, Linux operációs rendszer alatt. A kapott eredmények bizonyították, hogy a rendszer működése kifogástalan, továbbá, hogy a rendszer alkalmas más FM-jelek vételére is.

Bevezetés

Az újvidéki villamossági középiskola évek óta nagy hangsúlyt fektet a diákok kötelező oktatásán kívüli szakköri tevékenységekre is. Az iskolában számos szakcsoport létezik, ahol a diákok különböző rendszereket, eszközöket alkalmaznak és fejlesztenek tanáraik segítségével. Az iskola számos bel- és külföldi középiskolával és felsőoktatási intézménnyel ápol együttműködési kapcsolatokat. A cikkben leírt projekt is egy ilyen kapcsolat eredménye, ahol a *Budapesti Műszaki Egyetem* villamossági karának oktatói által ajándékozott felszerelésnek köszönhetően az iskola diákjai kialakították és üzembe helyezték egy rádiós rendszert. Ennek feladata a meteorológiai műholdak által sugárzott jelek vétele volt. A rögzített jeleket később a diákok az ez esetben ritkán alkalmazott Raspberry Pi és Linux segítségével alakították meteorológiai térképekké. Ezek a térképek jól alkalmazhatóak a meteorológiai elemzésekben és időjárás előrejelzésben.

Az együttműködés kezdeményezői *dr. Simon Vilmos* és *dr. Tadity Vladimir László* voltak, a felszerelést pedig *dr. Gschwindt András* (HA5WH) ajándékozta, aki nagyban segített a rendszer üzembe helyezésében is. A rendszer összeállítását az iskola gyakorlatokat oktató tanárai, *Király Károly* szaktanár, *Munir Rageb-Aga* gyakorlat tanár, valamint *Németh Róbert* és *Erdei Szabolcs* érettségiző diákok végezték. A szükséges anyagot a rendszer felszereléséhez az iskola

igazgatója *Vukobrat Milan* biztosította. A rendszer beállítását és üzembe helyezését, valamint a szakkikk elkészítését Róbert és Szabolcs végezték, dr. Tadity Vladimir László irányításával.

Ezúton is, az iskola nevében, ismét szeretnénk megköszönni az ajándékozott felszerelést és a segítséget dr. Gschwindt Andrásnak!

APT rendszerek és a meteorológiai műholdak

APT rendszerek

Az APT (Automatic Picture Transmission) rendszer egy analóg képátviteli rendszer, amelyet az időjárási műholdak működéséhez fejlesztettek ki. Az 1960-as években mutatták be azokat, és azóta is képi adatokat nyújtanak számos alacsony költségű vevőállomásnak világszerte. Az adás szerkezete két sugárzott telemetriai képcsatornából áll és a szinkronizációs adatokból, ahol a képcsatornákat általában Video A-nak és Video B-nek nevezik.

A NOAA POES (Polar-orbiting Operational Environmental Satellite) rendszer műholdjain a két kép 4 km/pixel felbontású 8-bites kép, amely a kétcsatornás nagyfelbontású radiométer (Advanced Very-High-Resolution Radiometer, AVHRR) érzékelőjéből származik. A sugárzás előtt a képeket állandó geometriai felbontáshoz korrigálják, és ezért az így kapott képek nem tartalmaznak torzításokat, amelyeket a Föld görbülete okozna. A két kép közül az egyik hosszú hullámhosszú infravörös sugárzás (10,8

um), a második pedig a majdnem látható (0,86 um) és a középhullámú infravörös hullámok között van (3,75 um) attól függően, hogy a talajt a napfény mennyire világítja meg.

Maga az adásjel egy 256 szintű AM-jel, amelynek segédvívó frekvenciája 2400 Hz, amelyet ezután FM-mel a 137 MHz-es frekvenciasávba modulálják a rádiófrekvenciás (RF) vívójelre. A teljes RF sáv szélesség 34 kHz. A NOAA POES műholdakon a jelet kb. 37 dBm (5 W) effektív sugárzott teljesítménnyel továbbítják.

Az APT jelet folyamatosan sugározzák a műholdak, a vétel mindig a következő adatsor elején kezdődik, amikor a vevő a rádiós tartományban van. A képeket valós időben, viszonylag kifinomult, olcsó vevőkészülékekkel lehet fogadni, amíg a műhold a vevő hatótávolságában van, ami általában 8-15 percig tart.

Az APT adások vételéhez szükséges sáv szélesség kb. 34 kHz. A legrégebbi vevőkészülékek (rendőrségi és tűzoltósági vevők) szabványosan 15 kHz-es sáv szélességgel rendelkeznek, amelyeket a hangátvitelre terveztek. Az újabb VHF frekvenciákat használó vevőkészülékek többféle közbenső KF sáv szélességgel rendelkeznek, mint pl. a 6, 15, 50 és 230 kHz. Túl keskeny sáv szélességű vevőkészülék alkalmazása esetében fekete-fehér képeket kapnánk átalakítás után. Túl széles sáv szélesség esetében a vevő zajszintje túl magas lenne, és lehetetlen lenne jó minőségű képeket előállítani a hang/kép átalakítás után. Az amatőr felhasználóknak



1. ábra

nálók számára a számítógép-vezérelt szoftveres vevő a legjobb megoldás, amely lehetővé teszi az automatikus jelvételezést a megfelelő beállítások után (1. ábra).

Meteorológiai műhold

A meteorológia műhold (2. ábra) egy olyan műhold, amely a Föld éghajlatát figyeli. A Föld esetében nem csak a felhőket (időjárás) figyeli, hanem a városok fényszennyezését, a környezetváltozást, az óceánok áramlását, tüzeket és más környezeti folyamatokat. A méréseket az elektromágneses spektrum különböző hullámhosszain, főleg a látható és infravörös hullámhosszon végzik.

A szükséges felszerelés

Az antenna és az előerősítő

Antennaként két vízszintes elhelyezett, keresztetett dipólust egy fázisváltó hálózaton keresztül kapcsolnak össze, hogy valódi, kör alakú, jobb oldali polarizált vétel legyen lehetséges. A felülettel párhuzamosan érkező jelek esetében ez a berendezés lineárisan polarizált antennaként működik. A növekvő emelkedési szög növekvő függőleges sugárzási komponenset kap, és a polarizáció lineárisról ellipszisre, kör alakúvá válik. Így a 3. ábrán látható, felfelé néző KX-137 típusú antenna ideális párja a lefelé néző műholdas antennának, és mindig a lehető legnagyobb sugárzási energiát kapja.



2. ábra

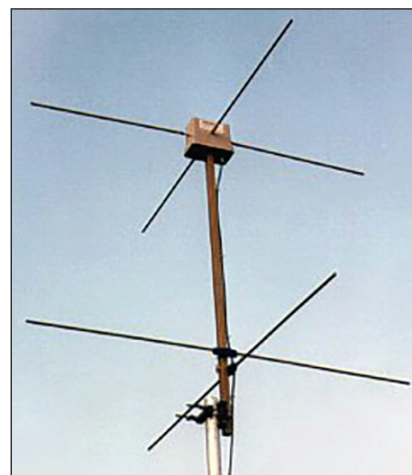
Az antennafejbe egy nagyon alacsony zajszintű előerősítő, magas Q-jú szűrővel van beépítve. Ilyen módon a KX-137 elkerüli a teljesítménycsökkentő kábel- és illesztési veszteségeket, amelyek mindig fennállnak más konfigurációknál, valamint hatékonyan elnyomja az erős szomszédos állomások, pl. repülők vagy amatőr rádiók zavaró hatásait. Egy passzív reflektor felerősíti a fenti műholdak vételét és csökkenti a felületi tükrök által okozott jelcsillapítást. Annak érdekében, hogy a KX-137 jól dolgozzon, azt úgy kell telepíteni, hogy annak mindig legyen látthatósága a műhold(ak)ra. Ekkor zajmentes képek várhatóak kb. 5000 km távolságból.

Az SDR készülék

A Software-Defined Radio (SDR) egy olyan rádiókommunikációs eszköz, amelynél a hagyományos felépítésű készülékekben használt fokozatok feladatait (erősítés, szűrés, moduláció, demoduláció, érzékelés stb.) szoftverrel hajtják végre, egy számítógépen vagy más rendszeren.

Egy alapvető SDR-rendszer egy hangkártyával vagy más analóg-digitális konverterrel felszerelt számítógépből állhat, amelyet valamilyen RF előfokozat előz meg. Jelentős mennyiségű jelfeldolgozás hárul itt az általános proceszorra, a korábbi (analóg jelfeldolgozás) speciális elektronikus áramköröiben végzettekhez képest. Egy ilyen konstrukció olyan rádiót eredményez, amely széleskörben különféle rádióprotokollokat fogad és továbbít, kizárólag a használt szoftvertől függően.

A szoftveres rádiók jelentős hasznosságot nyújtanak a katonai



3. ábra

és mobiltelefonos szolgáltatások számára, amelyeknek valós időben változó rádióprotokollokat kell kiszolgálnia.

Hosszú távon az SDR-ek, az „SDR Forum” véleménye szerint, a rádiókommunikáció domináns technológiájává válnak. Az SDR-ek és a szoftver által definiált antennák lehetővé teszik a kognitív rádiót. (Ez olyan rádió jelent, amely dinamikus programozható és konfigurálható annak érdekében, hogy a legjobb vezeték nélküli csatornákat használja, és ezáltal a közelében levő interferenciák és torlódások elkerülhetőek legyenek.)

Az általunk használt Nooelec SMART SDR (4. ábra) jellemzői:

- RTL2832U demodulátor/USB interfész IC,
- R820T2 tuner IC,
- 0,5 ppm-es, ultra-alacsony fáziszajú TCXO,
- alacsony RF zajt keltő feszültség szabályozó,
- tápegységben minőségi árnyékkolt inductívitás,
- integrált egyedi hűtőborda,
- SMA antennabemenet,
- RF zaj ellen minőségi, szálcsiszolt alumíniumház,
- alacsony fedélzeti hőmérséklet (alacsonyabb zajszint).



4. ábra