

**XXXI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia
Had- és Rendészettudományi Szekció
Budapest, 2013. április 16-18.
Nemzeti Közsolgálati Egyetem
Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar**

**ZSÁKMÁNYOLT IED RÉSZEGYSÉGEK MŰSZAKI
VIZSGÁLATA**

Jelige: *RCIED*

Dolgozat lezárásának időpontja: *2012. október*

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	3.
1. FEJEZET	
A ZSÁKMÁNYOLT ÁRAMKÖRÖK MŰSZAKI ELEMZÉSE	6.
2. FEJEZET	
EGY MŰKÖDŐ PÉLDÁNY RÉSZLETES MŰSZAKI VIZSGÁLATA, MÉRÉSEI..	21.
TOVÁBBI KUTATÁSI, KÍSÉRLETI FELADATOK, KÖVETKEZTETÉSEK	27.
IRODALOM	28.

BEVEZETÉS

Az Amerikai Egyesült Államok elleni, 2001. szeptember 11-én bekövetkezett terrortámadások következményeként szükségessé vált a terrorizmus elleni átfogó, nemzetközi fellépés. Ennek egyik fő eszközeként a közép-kelet ázsiai régió stabilizálását határozták meg.

Az USA döntött az al-Kaida vezető rétegeinek búvóhelyéül szolgáló Afganisztán megtámadása, és a terroristák irányítása alatt álló rezsim megbuktatása mellett, így 2001 október 7-én megkezdték az OEF (Operation Enduring Freedom, Tartós Szabadság Hadművelet), amerikai irányítású akciót.

Az ENSZ Biztonsági Tanácsának 1386. számú határozata alapján a NATO átvette az ISAF (International Security Assistance Force, Nemzetközi Biztonsági Támogató Erő) irányítását, amely az első a Washingtoni Szerződésben foglalt területi határokon kívül eső misszió. Fő feladatai közé tartozik egy legitim afgán kormányzati rendszer kialakítása, majd hatalmának megszilárdítása.

Ennek a megvalósításának az egyik lépcsőfokát jelentik a PRT-k (Provincial Reconstruction Team, Tartományi Újjáépítési Csoport), amelyeknek létrehozását az az elgondolás eredményezte, hogy a teljes körű biztonság létrehozásához egy komplex értelemben vett tartós békét kell elérni. Ennek egy Afganisztánhoz hasonló, fejletlen országban elengedhetetlen feltétele a civil társadalom életminőségének javítása, iskolák, munkahelyek építése, fegyverek begyűjtése, valamint hosszú távon egy demokratikus államszerkezet megteremtése.¹

Az első PRT-k feladatai a biztonság fenntartása, az ideiglenes kormány legitimitásának elősegítése, valamint a különböző állami és nem-állami segélyezési akciók koordinálása volt, de az ISAF felelősségi területeinek bővülésével nőtt a feladatkör is.

¹ MH Tartományi Újjáépítési Csoport – Wikipedia. <http://hu.wikipedia.org> (2012. 10. 27.)

Magyarország a NATO tagságból adódó szövetségi kötelezettség eredményeképpen 2002 óta képviselteti magát Afganisztánban, eleinte egy egészségügyi kontingens, majd egy könnyűgyalog század felajánlásával. 2006-ban Magyarország nemzetközi szerepvállalásának növekedésével a rábízott feladatkör is bővült, ebből következően. Az MH PRT-k felállításának jogi alapját a 2115/2006. kormányhatározat adja, amelynek értelmében 2006. október 1.-jétől az ISAF Észak-regionális Parancsnokság műveleti alárendeltségében megkezdhetők a feladatok végrehajtását Baghlan tartományban először kétéves időtartamra, majd ezt később meghosszabbítva. Általános feladatuk a legitim kormányzati struktúra, valamint a biztonsági környezet kialakítása. Ennek véghezviteléhez hagyományos katonai, valamint cimic (Civil-Military Cooperation, Civil-Katonai Együttműködés) feladatokat is ellátnak.²

A Magyar Honvédség baghlani szerepvállalása az eredmények tükrében sikeresnek mondható. A MH PRT nagyban hozzájárult a helyi infrastruktúra fejlődéséhez, jó kapcsolatokat ápol a helyi vezetőkkel, valamint a NATO partnerek is elismerik a magyar katonák munkáját. A koalíciós erők várhatóan 2014-ben adják át teljes mértékben a fennhatóságot az afgán közigazgatásnak.

A missziókban szolgálók feladatainak végrehajtása során az egyik legnagyobb veszélyt a házi készítésű robbanó eszközök jelentik. (IED - Improvised Explosive Devices, Alkalmi Robbanó Eszközök) Ezek nagy többsége rádió távvezérlésű IED. (RCIED – Radio Controlled IED, Rádió Távvezérlésű IED)

Missziókban szerzett tapasztalatok alapján az állomány kiegészítésre került egy elektronikai hadviselési tiszttel, akinek az az elsődleges feladata, hogy a rendszeresített speciális zavaró berendezéseket üzemeltesse, programozza, valamint új eszközök, módszerek felbukkanása esetén azokra hatékony zavarási, illetve védelmi megoldásokat dolgozzon ki. Az IED-k ellen folytatott küzdelem azonban nem csak aktív zavaró tevékenységet jelent, hanem a felbujtók, az IED-eket készítőket, az alkatrészeket szállítók és az ezt finanszírozók elleni komplex harcot.

² Sz.n.: A Magyar Honvédség missziós szerepvállalása – Múlt, jelen, jövő.
<http://www.biztonsagpolitika.hu/?id=16&aid=1065> (2012. 10. 27.)

A kialakult gyakorlat szerint nem csak a bekövetkezett IED támadások helyszínén, hanem a járőrözések, vagy rajtaütések során talált, bombagyártáshoz használható elektronikai eszközök begyűjtésre és szakértői elemzésre kerülnek.

Jelen tudományos diákköri dolgozat kiinduló helyzete az alábbi: Egy PRT speciális osztag rajtaütött egy házi készítésű robbanó eszközöket összeszerelő műhelyen, ahonnan a bázisra visszatérve az elektronikai hadviselési szaktiszt részére átadták az ott talált elektronikus áramköri egységeket. A parancsnok azt a feladatot adta, hogy szemrevételezéssel kerüljön minden egység leírásra, kerüljön jellemzésre a technológiája, valószínűsíthető rendeltetése, felépítése, fő alkatrészeinek ismertetésével kapjon képet az alkalmazhatóságról. Egy kiválasztott üzemképes eszközön elvégzett részletes működésvizsgálattal és elektronikai mérésekkel minél több műszaki jellemző kerüljön meghatározásra.

A dolgozat az alábbi fő feladatok megoldását tűzte ki célul:

1. a bevezető részben elhelyezni a feladatot térben és időben, bemutatni annak fontosságát;
2. az első fejezetben megadni a helyzetbeállítást, a zsákmányolt áramkörök szemrevételezésével, elemzésével meghatározni a szerzett eszközök felépítését, rendeltetését, működési elvét, használhatóságát;
3. egy kiválasztott működő példány részletes műszaki elemzésével, paramétereinek mérésével eljutni a zavarási lehetőségeinek leírásáig.

A zsákmányolt eszközök műszaki vizsgálata azt a célt szolgálja, hogy az azokból nyert információk alapján egyrészt észlelni, jelezni lehessen a térségben megjelent új eszközöket, felkészülni az ellenük való aktív tevékenységre, másrészt az eddig használatos eszközök esetleges modifikációit értékelni lehessen. Az újonnan megjelenő eszközök új frekvencia tartományokban való működést mutathatnak, amelyre a zavaró berendezések programozásakor kiemelt figyelemmel kell lenni.

A dolgozatban hivatkozott irodalmi forrásokat a hivatkozás helyén azonnal, lábjegyzetben tüntettem fel, majd az irodalomjegyzékben cím szerint rendezett listában adtam meg. Az internetes források fellelhetőségét nyomtatás előtt még egyszer ellenőriztem, így mindegyiknél a 2012. 10. 27-i dátum áll. A fényképeket a szerző készítette, őrála pedig a konzulense.

1. FEJEZET: A ZSÁKMÁNYOLT ÁRAMKÖRÖK MŰSZAKI ELEMZÉSE

A helyzetbeállításnak megfelelően a zsákmányolt eszközök "kosárban" érkeztek, rendezetlenül. Azért, hogy az ilyenkor begyűjtésre kerülő eszközök ne okozhassanak a későbbiekben sérülést, esetleg robbanást, szükséges, hogy a helyszínen egy előzetes tűzszerész vizsgálaton essenek át. Ennek során az esetleg csatlakoztatott tápáramforrásokat, elemeket leválasztják és elkülönítve szállítják.

A "kosárba" a rajtaütést végrehajtók minden talált elektronikai eszközt összegyűjtöttek, így bizonyosan az elemzés során kezünkbe kerülnek olyan egységek is, amelyek közvetlenül nem szolgálnak RCIED eszköz távvezérlésére, hanem elektronikai alkatrészek kinyerésére, bontásra várnak.

A műszaki vizsgálat körébe tartoznak az alábbiak:

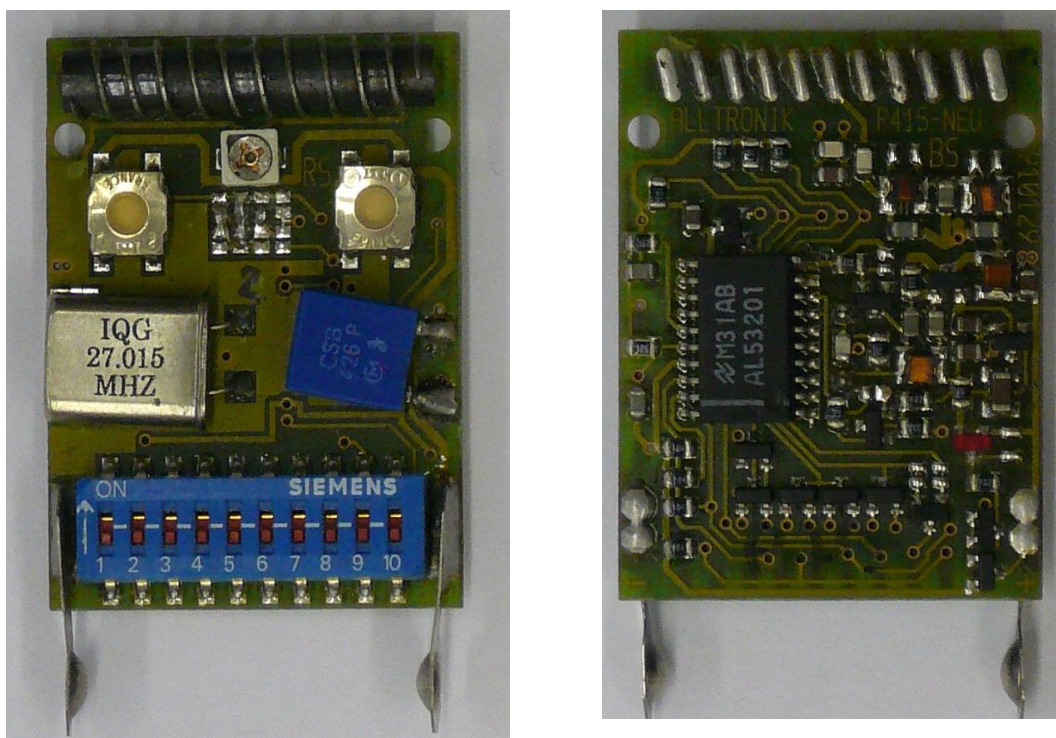
- szemrevételezéssel megállapítani az adott egység épségét, a fő részegységek meglétét;
- a konstrukciók kivitelezésének jellegzetességei és alkatrészei alapján megállapítani a valószínű rendeltetését, leírni áramkörüi technológiáját;
- tápfeszültség alatti mérésekkel megállapítani a nyugalmi, és működés közbeni áramfelvételt;
- amennyiben az áramkörről leolvasható az üzemi frekvenciája, akkor ezt méréssel ellenőrizni;
- működőképes adóáramkör esetén megmérni a kisugárzott jel frekvenciáját;

Az egyes áramkörök névleges adófrekvenciája mellett informatív lehet annak a meghatározása, hogy a beépített, vagy akár utólag hozzákapcsolt hangoló elemek segítségével milyen tartományban húzható el az adó működési frekvenciája. Ez a gyári eszközök "tuningolása" bevett eljárás az IED készítésben, mivel a zavaró eszközök elől való kitérés egyik módszere az, hogy nem az ismert, akár szabványos, frekvenciákon, hanem azokról félrehangolva működtetik az adókat.

A láthatóan alkatrészbontásra szolgáló panelekről is érdemes megállapítani a rendeltetésüket, a kitermelhető alkatrészek körét, azok várható hasznosíthatóságát.

A továbbiakban az egyes zsákmányolt áramköröket fényképpel bemutatjuk, a fent leírt módszertan alapján jellemezzük. Lesznek olyan áramkörök, amelyek konstrukciójuk folytán alkalmasak arra, hogy egyszerű terepi, nem laboratóriumi körülmények között kapcsolási rajz szerinti elemzésüket elvégezzük, bemutassuk azt, hogy egy ismeretlen egységről visszarajzolva a kapcsolási rajzát, katalógus adatok alapján egészen részletes működési leírást készíthessünk. Ennek az lesz az igazi hozadéka, hogy műszakilag megalapozott javaslatot tehessünk az ilyen egységgel szerelt RCIED-k elleni optimális zavarjel beállítására.

Az első vizsgálat alá vont eszközünk az 1. képen látható.



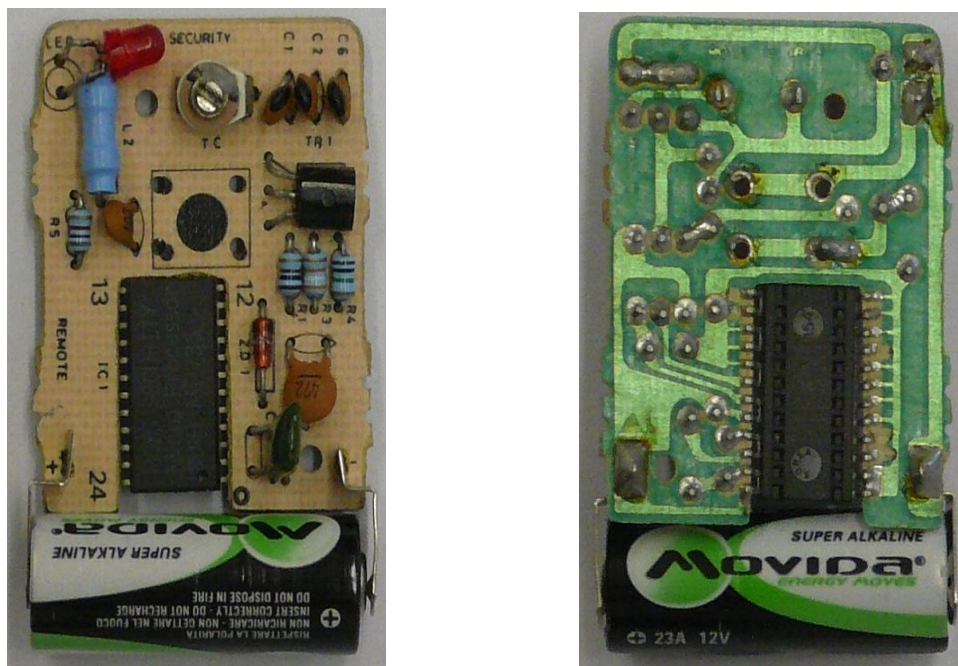
1. kép. 27 MHz-es RF távirányító adó

Szemrevételezéssel az alábbiakat állapíthatjuk meg:

- ház nélküli áramkör, melynek befoglaló mérete elemtartóval együtt 52x33 mm;
- kétoldalas nyomtatott áramköri technológiával készült;

- egy jól látható 27,015 MHz feliratú rezgőkvarc található a panel egyik oldalán, amely bizonyosan az adókészülék vivőfrekvenciája lesz, mivel az áramkör üzemképes volt, ezt méréssel is sikerült igazolni;
- az áramkör fő építő eleme egy AL53201 típusú integrált áramkör, amelyről katalógus információk hiányában annyi bizonyosan feltételezhető, hogy egy legalább 10 bites bistabil rádió-távvezérlő encoder;
- a 10 bites kódkulcs beállítása egy Siemens gyártmányú DIP kapcsoló sorral történik;
- a távirányító két állapotjel kiküldésére szolgál, amelyre a két nyomógomb utal;
- a 27 MHz-es működési frekvenciához egy ferrit rúdra tekercselt huzal antenna készült, az alatta elhelyezkedő trimmer kapacitás az antenna kihangolására szolgálhat;
- a tápfeszültséget egy 23A típusú 12 V-os ceruzaelem biztosítja, amely a gépkocsi riasztók, riasztók és garázsnyitók megszokott tápforrása;
- az egész áramkör egy kétoldalas, meglehetősen bonyolult lyukgalvanizált nyomtatott áramkörre épül, amely hátoldalán SMD alkatrészek sokasága található, tábori körülmények között a kapcsolási rajza nem készíthető el.

A második vizsgált eszközünk a 2. képen látható.

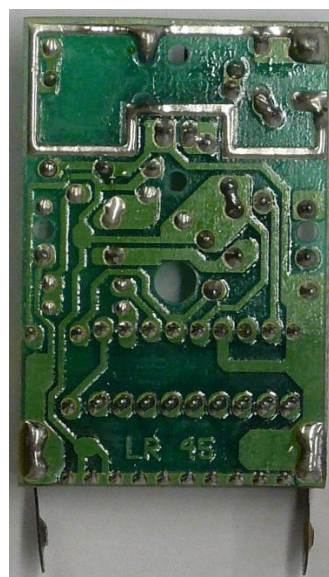


2. kép. Rádiótávirányító elemmel

A vizsgálat során az alábbiak állapíthatók meg:

- az elemtartóval együtt mért befoglaló mérete 43 x 28 mm;
- egyoldalas nyomtatott áramköri kiépítés, olcsó tömegtermelésben, nem túl gondosan gyártva, amire a panel szélein látható törések utalnak;
- a működtető elektronika egy MOSS SECURITY Micro Processor MP375 típusú 24 lábú integrált áramkör, katalógus adatokat nem találtunk róla;
- a nyitó kód beállítására DIP kapcsoló sorral nem rendelkezik, a kódot gyártáskor a panel huzalozásának átvágásával állítják azonosra a vevőegységgel, ami ismét a primitív, filléres gyártástechnológiát bizonyítja;
- a nagyfrekvenciás oszcillátor egy egytranzistoros áramkör, amely induktív tagja a panel nyomtatott huzalozásán került kivitelezésre, a frekvencia beállítására egy kerámia trimmer kondenzátor szolgál;
- a névleges frekvencia várhatóan a 430 MHz-es sávba esik;
- az áramkörből a panel közepén elhelyezkedő nyomógombot korábban kiforrasztották, kétséges az üzemképessége, ha megkezdték a bontását;
- az egyoldalas nyomtatott áramköri technológia és a diszkrét alkatrészek lehetővé tennék a kapcsolási rajz elkészítését tábori körülmények között is;
- a tápfeszültséget egy 23A típusú 12 V-os ceruzaelem biztosítja.

A zsákmányolt eszközök között a legnagyobb példányszámban a 3. képen látható távirányító adó fordult elő, valószínűleg a legtöbbet ebből használták.

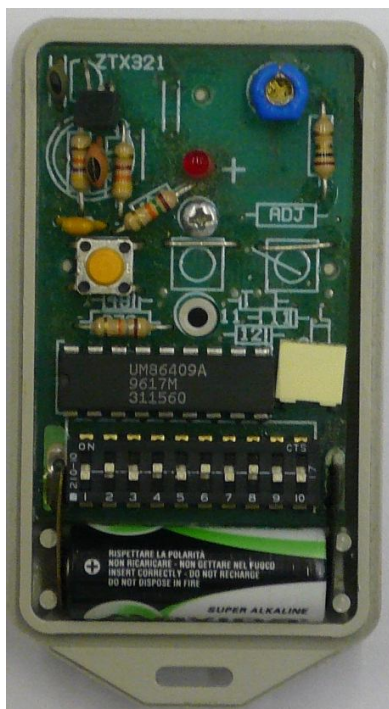


3. kép. RF távirányító

A vizsgálat során az alábbiak állapíthatók meg:

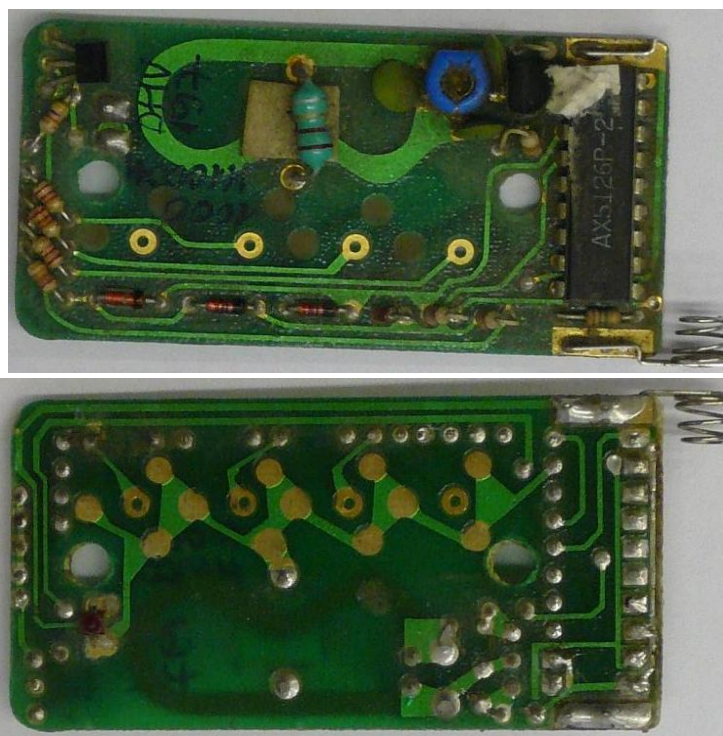
- az elemtartóval együtt mért befoglaló mérete 58 x 33 mm, házba szerelve a teljes méret 75x40 mm;
- igényesen tervezett és gyártott egyoldalas nyomtatott áramkörre épült, alkatrész pozíció festésekkel;
- az előkészített fóliázatból és a ház kialakításából megítélve lehetnek modifikációi, amelyek többgombos kivitelben készülnek;
- a vizsgált példány egy nyomógommbal szerelt, a vevőkészülék ekkor olyan kialakítású, hogy a gomb első lenyomásakor bekapcsol, a második lenyomásakor kikapcsol;
- a vezérlést és kódalkotást biztosító encoder típusjelzése UM86409, amelynek katalógus szerinti típusjelzése azonos az MM53200 típussal;
- a kódbeállításra egy tíz tolókapcsolóból álló DIP sor szolgál, így a felhasználó 1024 különféle kódot választhat tetszése szerint;
- a nagyfrekvenciás oszcillátor egy BF199 típusú tranzisztorra épülő Hartley alapkioscsolású oszcillátor, amelynek induktív megcsapolt tagja a nyomtatott áramkört fóliázatból nyert kialakítást;
- a frekvencia pontos beállítására, illetve a vevővel való összehangolásra egy trimmerkapacitás szolgál;
- a nyomógomb lenyomásakor egy piros színű LED gyullad ki és mutatja a működést. Ha az elem kimerülőben van, a LED fénye egyre halványabb, és végül, ha nem világít, a távirányító sem működik;
- a tápfeszültséget egy 23A típusú 12 V-os ceruzaelem biztosítja.

A 4. képen egy ugyanilyen távirányító kissé módosított változata látható, elvi felépítését tekintve különösebb eltérés nincs a 3. képen látható típustól.



4. kép. ZTX321 típusjelű rádió távirányító adó

Az 5. kép egy eddigiektől eltérő, négygombos konstrukciót mutat, jól megfigyelhetők a nyomtatott főlíazaton a nyomógombok érintő felületei.

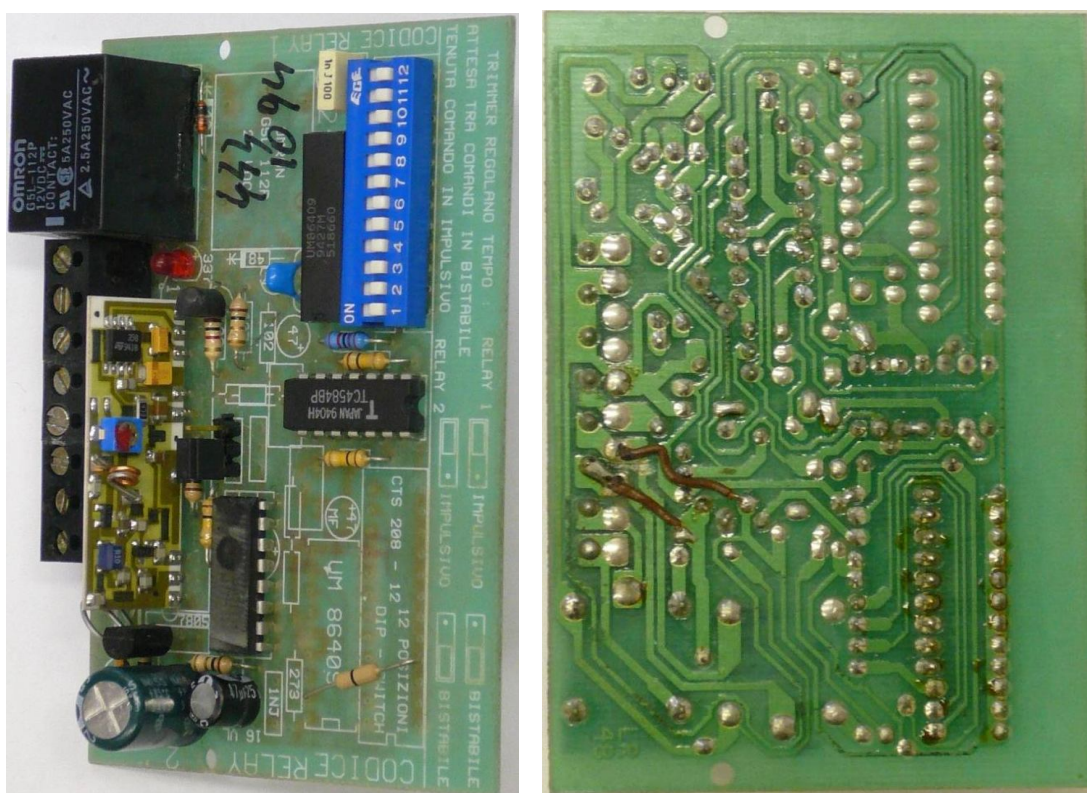


5. kép. Négygombos RF távirányító

A részletesebb vizsgálat során az alábbiak állapíthatók meg:

- az áramkör befoglaló mérete az elemtartóval együtt 65 x 30 mm;
- a nyomtatott panel kétoldalas, lyukgalvanizált technológiával készült;
- a tervezés és az alkatrészek beültetése nem különösebben igényes, kézi forrasztású, olcsó darab;
- a működést egy AX5126P-2 típusjelű IC biztosítja, katalógusinformáció nem található róla;
- a kód külső állítására forrasztással van lehetőség az IC telepfeleli lábsoránál;
- a négy nyomógomb különböző kódokat generálva négy különböző eszköz független vezérlését teszi lehetővé;
- a nagyfrekvenciás oszcillátor egy egytranzistoros kapcsolás, az induktivitás jól megfigyelhető az alkatrészoldalon;
- a frekvencia a kék színű trimmer-kondenzátorral hangolható;
- a tápfeszültséget egy 23A típusú 12 V-os ceruzaelem biztosítja.

A 6. képen egy komplett RF vevőegység látható.



6. kép. Komplett RF vevőegység

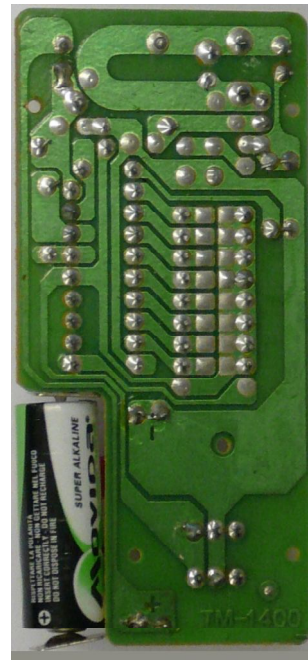
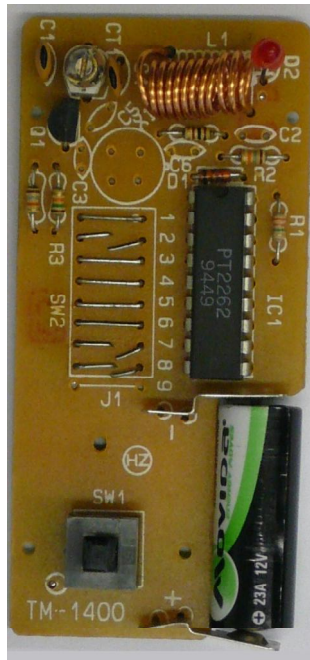
A részletesebb vizsgálat során az alábbiak állapíthatók meg:

- az áramkör befoglaló mérete 115 x 75 mm;
- a nyomtatott panel egyoldalas, tiszta alkatrész és forrasztási oldalas kivitelű, két, valószínűleg tervezési hibából maradt huzalos átkötéssel;
- ettől eltekintve a tervezés és az alkatrészek beültetése igényes, bár kézi forrasztású, nem túl drága darab;
- a rádiófrekvenciás egység SMD technológiával készült, külön részegységként, az alaplemezre készen beillesztett;
- a vevőhöz csatlakozó dekóder a már más eszközökből is ismert UM86409 IC-re épül, teljes, 12 bites kiépítésben, a kódok száma 4096;
- a panel közepén található TC4584BP IC 14 lábas DIP tokozású, hat darab Schmitt-triggert tartalmaz, bizonyosan jelalak-formálási célból;
- van a panelen egy leköszörült tetejű IC, amiről ezért nem lehet megállapítani a típusát és a rendeltetése is csak részletes áramkörelemzéssel határozható meg;
- a panel működéséhez külső 24 V-ra van szükség;
- a rádió vevőpanelhez a sorkapocs-lécen keresztül külső huzalantenna csatlakoztatható;
- a kimeneten egy 12 V DC relé található, amely két kontaktust kapcsolhat.

A működés lényege, hogy az antennán vett jelet a rádióegység veszi, demodulálja és a kapott jelsorozatot a dekóderre vezeti. Amennyiben a vett jelsorozat bitmintája azonos a vevőn beállított mintával, akkor a kimeneten meghúzza a relét.

Egy ilyen vevőpanel tipikusan alkalmas stabil telepítésű, illetve járműfedélzeti alkalmazásokban, ahol nagyáramú, vagy hálózati elemek, pl. motorok vezérlése szükséges. Ebből adódóan széleskörűen használható RCIED eszközök vevőáramkörként is.

Sajnos a ”kosárban” nem volt benne a hozzá tartozó adóegység.



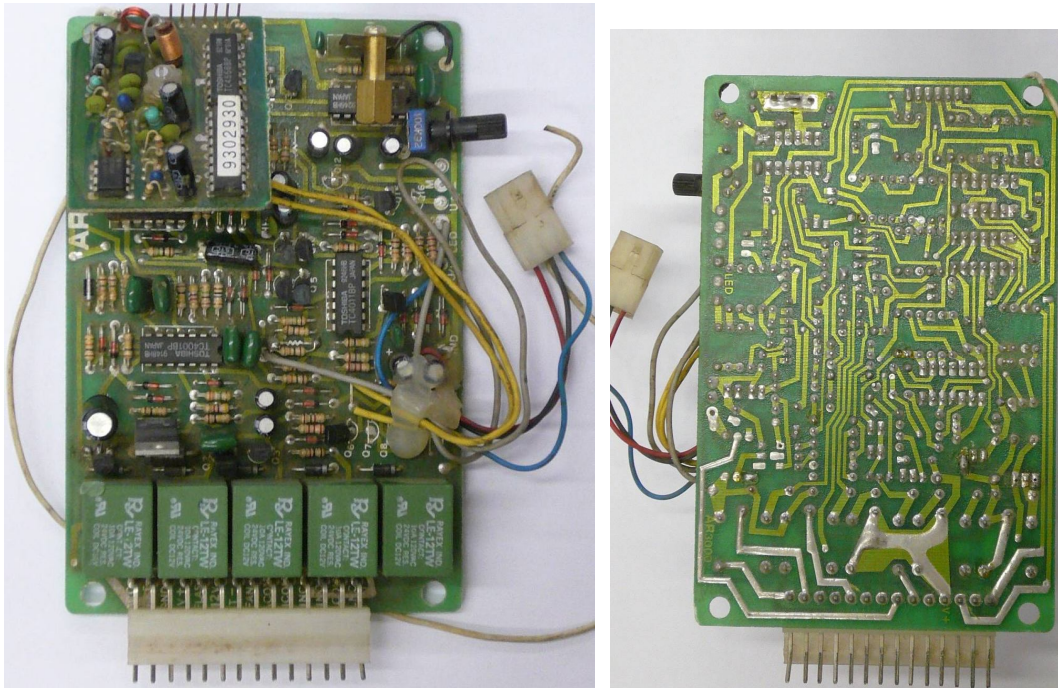
7. kép. Egygombos RF távirányító

A 7. képen egy egygombos távirányító látható. A részletesebb szemrevételezés során az alábbiak állapíthatók meg:

- mérete: 75x35 mm;
- egyoldalas nyomtatott áramkörre épül, az áramkör rajzolata gondos tervezésre, az alkatrészek beültetése gépi forrasztásra utal;
- az encoder egy PT2262 típusú integrált áramkör, amely egy 12 bites programozható egység. A nyíltan hozzáférhető katalógus információk szerint CMOS technológiájú encoder, amelynek a párja a PT2272 decoder. Külön érdekessége ennek az áramkörnek, hogy a kód bemenetei három szintű-tristate címezhetőségűek, amely 3^{12} , vagyis 531441 féle beállítást tesznek lehetővé;³
- jelen kiépítésében csak 8 biten, két állapotban kódolható, amelyre SW2 DIP kapcsoló helyett beforrasztott huzalátkötések szolgálnak;
- a kód beállítása a huzalok átvágásával, vagy meghagyásával történhet;
- a nagyfrekvenciás vivőoszillátor egytranzistoros colpitts alapkiosztású;
- az induktív tag a nyomtatott áramköri fóliából kialakított U alakú vonal, a frekvencia hangolásra kerámia trimmer kondenzátor áll rendelkezésre;

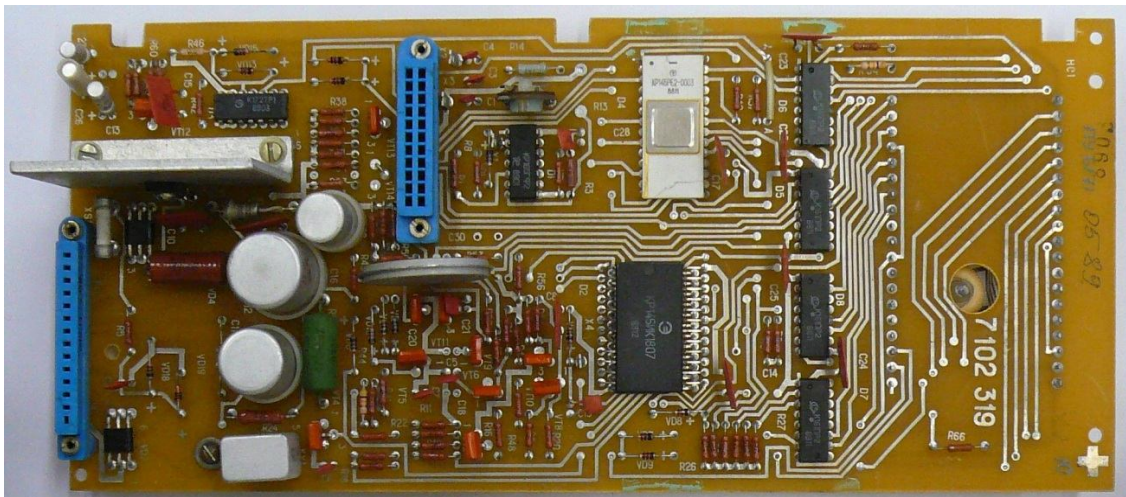
³ Remote Control Encoder PT2262 Princeton Technology Corp.
<http://www.futurlec.com/Others/PT2262.shtml> (2012. 10. 17.)

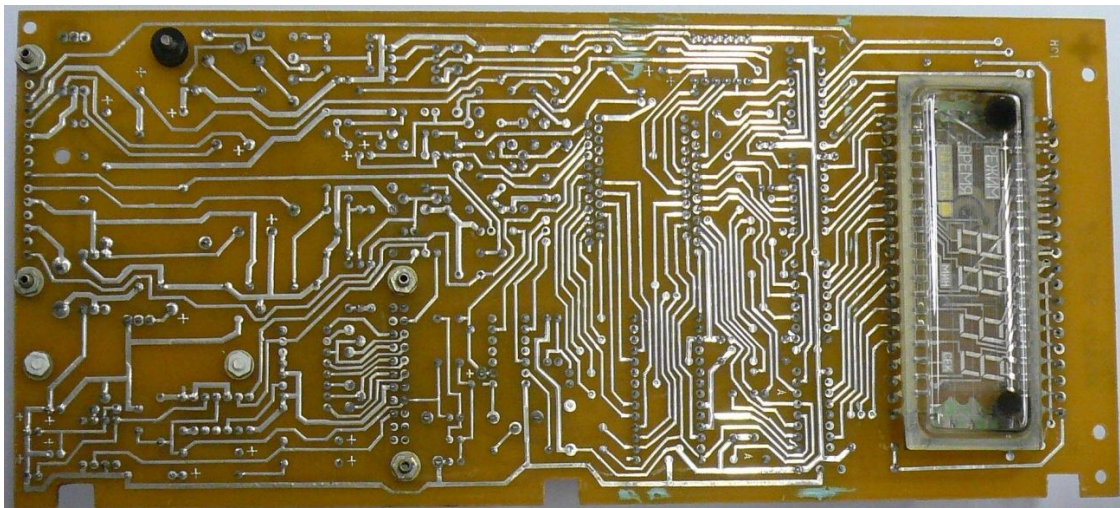
- az antenna hatásfokának növelésére szolgál az L1 11 menetes légmagos tekercs;
- a működést a D2 LED fénye jelzi;
- a tápfeszültséget egy 23A típusú 12 voltos ceruzaelem biztosítja.



8. kép. Autóriasztó egység

A 8. képen látható panel egy használt, kibontott autóriasztó egység. A panelen jól elkülöníthető a rádióegység, a rezgésérzékelő és a kimeneti relésor. Egy területen már lebontásra kerültek az alkatrészecskék, nagy valószínűséggel csak alkatrészbontásra kellett, illetve használható. A relék mindenképpen jól használható RCIED építőelemek.



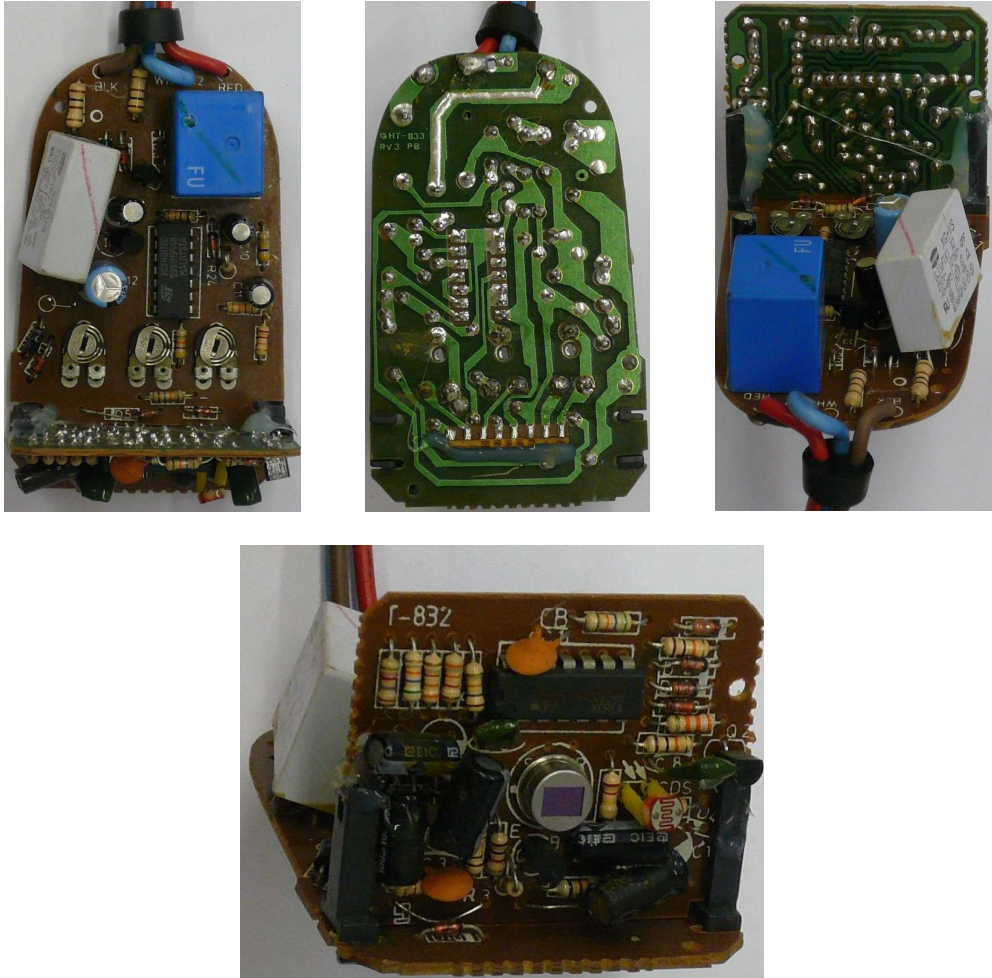


9. kép. Bontott vezérlőpanel

A 9. képen egy bontott vezérlőpanel látható. Kétoldalas nyomtatott áramköri technikával készült, az alkatrészeinek jellegzetes színe, formája és nem utolsó sorban feliratai alapján azonnal látható, hogy orosz gyártmány. A panel közepén található KP145ИK1807 típusú processzor⁴ általános háztartási célú elektronikai berendezések központi vezérlője. A panel hátoldalán található elektrolumineszcens kijelző egy óra és néhány felirat - режим, время, нагрев – vagyis üzemmód, idő, melegítés - megjelenítésére szolgál.

A panel bizonyosan még a 80-as évek végén gyártott orosz mikrohullámú sütő vezérlő elektronikája, amelyet bontásra szántak. A ”kosárban” a mikró más alkatrésze nem volt benne, így eredeti rendeltetésének megfelelő alkalmazása a csatlakozó további áramkörök hiányában nem valószínű. A passzív alkatrészek, tranzisztorok tovább hasznosíthatók, az IC-k új áramkörbe való beépítéséhez magas műszaki színvonalra lenne szükség.

⁴ USSR/Russia 145 Series ICs Family <http://www.silirium.ru/ussr-145.html> (2012. 10. 17.)



10. kép. Egy optoelektronikai vezérlő

A 10. képen látható optoelektronikai vezérlő, köznap szóhasználatnál egy mozgásérzékelős lámpakapcsoló.

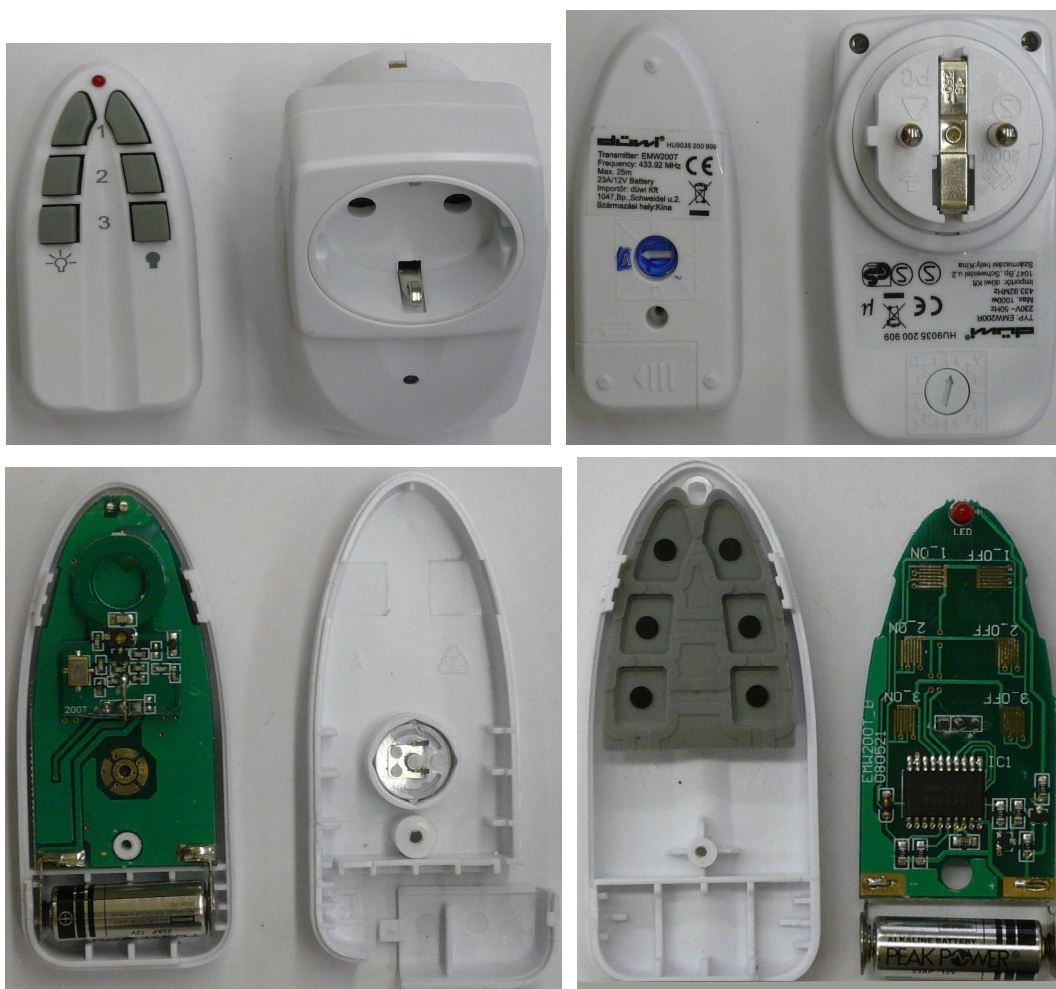
A szemrevételezés során az alábbiak állapíthatók meg:

- 230 V-ról üzemel;
- két egymásra merőlegesen szerelt egyoldalas nyomtatott áramkörre épül;
- az alkatrészek beültetése és a forrasztások gépi összeszerelésre utalnak;
- a vízszintes helyzetű nyomtatott áramkörön helyezkedik el a tápegység, az időzítések beállítására szolgáló három darab trimmer potenciométer, és a végrehajtó elem, egy 240 V, 10 A kapcsolására alkalmas jelfogó;
- a potenciométerek a lámpa felkapcsolási küszöb, illetve az égve maradási idő beállítására szolgálnak;
- a függőlegesen szerelt panel közepén helyezkedik el az infravörös mozgásérzékelő szenzor, mellette egy környezeti megvilágítás érzékelő fotoellenálás;

- az IR szenzor elé egy műanyag modulációs lemez helyezendő. Ennek az a szerepe, hogy az infravörös érzékelőre érkező besugárzást oldal- és helyszögben váltakozó intenzitásúvá teszi, így a mozgó hőforrás helyfüggő jelváltozást okoz a szenzoron a mozgása során anélkül, hogy a hő intenzitása megváltozna. A szenzornak éppen a változás érzékelése a jó tulajdonsága, amit így oldanak meg.

RCIED-kben való alkalmazáskor ez az egység arra használható, hogy tetszőleges fényviszonyoknál – akár fényes nappal is – érzékelve az előtte elhaladó hőforrást, embert, állatot, járművet, zárjon egy kontaktust, működésbe hozzon bármilyen rákapcsolt eszközt. Az alkalmazás korlátja lehet, hogy csak 230 V hálózatról működik, más feszültségre jelentős átalakítást igényel.

A 11. képen egy professzionális kivitelű, háromcsatornás (ill. négyszer háromcsatornás) hálózati aljzatokat vezérlő eszköz látható.



11. kép. Háromcsatornás, hálózati aljzatokat vezérlő távirányító

Három egymástól független csatornán, három aljzat vezérlése az "1", "2" és "3" jelű nyomógombokkal történhet azonos csoportbeállítás esetén. Az összetartozó csoport beállítása a távirányító hátlapján az "A", "B", "C" vagy "D" állás kiválasztásával lehetséges. Az adón pl. az "A" csoport választása esetén "A1", "A2" és "A3" állásba kapcsolt vevőegységek fognak együtt működni, hárman, illetve tulajdonképpen annyian, ahányan ugyanerre a beállításra vannak állítva. Ha az adó hátán "B" csoportot választunk, akkor arra a "B1", "B2" és "B3" beállítású aljzatok fognak "hallgatni". Ez megbontás nélkül is megállapítható, kipróbálható.

Megbontás után szemrevételezéssel az alábbiak állapíthatók meg:

- az adóegység 1 db 23A jelű 12 V-os elemről üzemel;
- az adóegység két részből áll. Az alsó, nagyméretű lap kétoldalas lyukgalvanizált, igen precíz tervezésű, szépen kivitelezett, SMD technológiájú professzionális vezérlő panel, a felső, kisméretű hasonlóan profi rádiófrekvenciás egység;
- a vezérlést és a kódok kialakítását egy SC2262 típusú encoder végzi, amely típussal a 7. képen már látott egygombos távirányítónál már találkoztunk;
- a tri-state (három állapotú) kód bemeneti lehetőség miatt 3^{12} beállítás lehetséges.
- a forgó csoportválasztó kapcsolóval állítható be a 4 csoport valamelyike;
- az encoder kimenete a rádiófrekvenciás egységre csatlakozik, amely teljesen SMD technológiára épül;
- az oszcillátora egy JDR433A jelű, 5 x 3,5 mm méretű, szintén SMD oszcillátor, amely a névleges vivőfrekvenciát állítja elő;
- a frekvencia elhangolására nincs lehetőség, mivel az SMD oszcillátoron nincs külső hangoló elem;
- az adófokozatban egy egytranzisztoros erősítő működik, amely a kör alakú, nyomtatott antennára dolgozik;
- az antennakör kihangolása egy miniatűr trimmer-kondenzátorral történik;
- a működést egy piros színű LED dióda jelzi a gombok lenyomásakor.

A vevőegység kinyitva a 12. képen látható.



12. kép. A vevőegység kinyitott képe

Áramkör technikailag ugyanazok jellemzik, mint az adót. A képen jól látható a zománcozott réz huzalból készült vevőantenna hurok, a hálózati zavarcsűrő kondenzátor, az SC2272 decoder IC, valamint a kapcsolást végző relé és az SMD alkatrészekből épült elektronika.

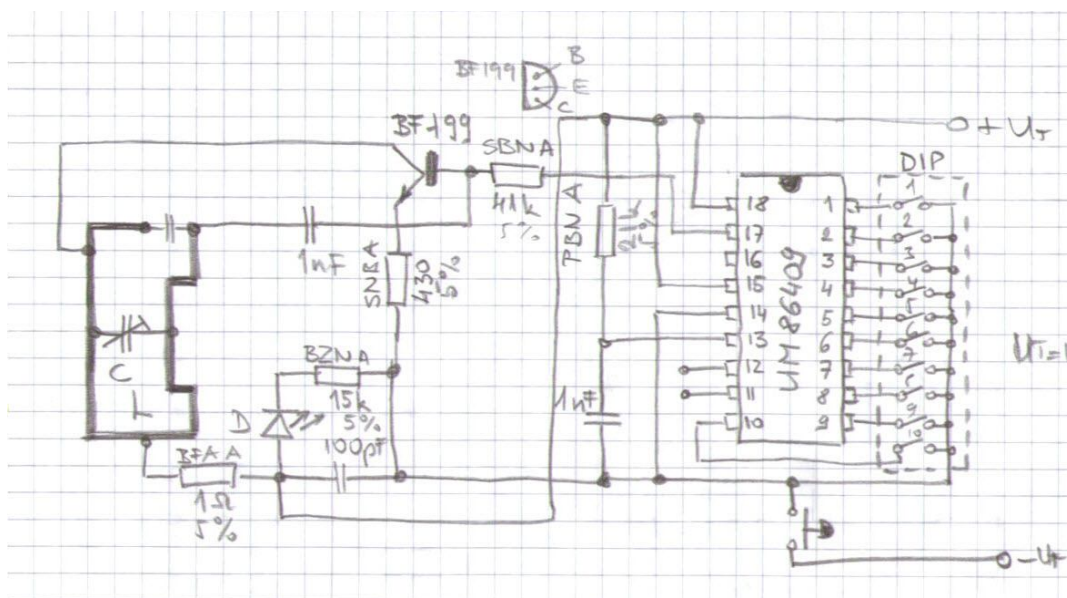
Az elektronika számára a tápfeszültség előállítása a hálózati feszültségből történik, más, önálló energiaforrást nem tartalmaz.

A továbbiakban egy kiválasztott, működőképes áramkört veszünk részletes elemzés és mérés alá.

2. FEJEZET: EGY MŰKÖDŐ PÉLDÁNY RÉSZLETES MŰSZAKI VIZSGÁLATA, MÉRÉSEI

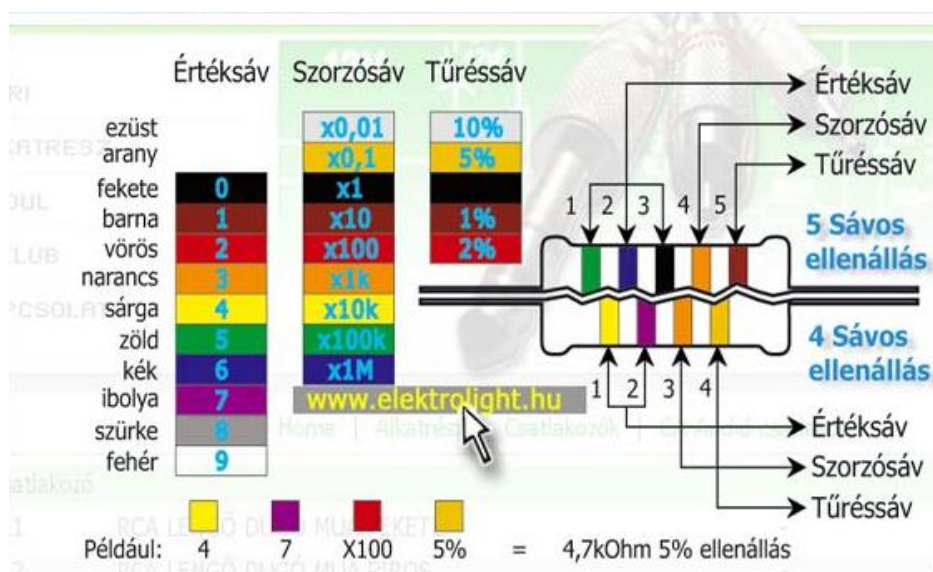
A zsákmányolt elektronikus áramkörök a szemrevételezéssel megállapított tulajdonságaikon túl részletesebb elemzésnek is alávetethetők, amennyiben arra elegendő idő, illetve hozzáférhető katalógus információk, valamint műszerek rendelkezésre állnak. Ennek bemutatására, kiválasztottam a 3. képen látható 434 MHz-en működő távirányítót.

A vizsgált eszköz nyomtatott áramköri főliázata és a beültetett hagyományos alkatrészek könnyen megrajzolhatóvá teszik a kapcsolási rajzát is, ami alapján a működésbe alaposabb bepillantást nyerhetünk. Ez igen hasznos lehet az optimális zavarási mód és más zavarhatósági feltételek meghatározásánál. A nyomtatott áramkőről átrajzolt kapcsolási rajz a 13. képen látható. Egyszerű ceruzarajz, nincs szükség CAD rendszerek alkalmazására, az idő sürgethet. A panelen szerelt ellenállások színkódoltak amelyek értékeinek meghatározásához ún. ellenállás színkód lapot használunk. (14. kép.)



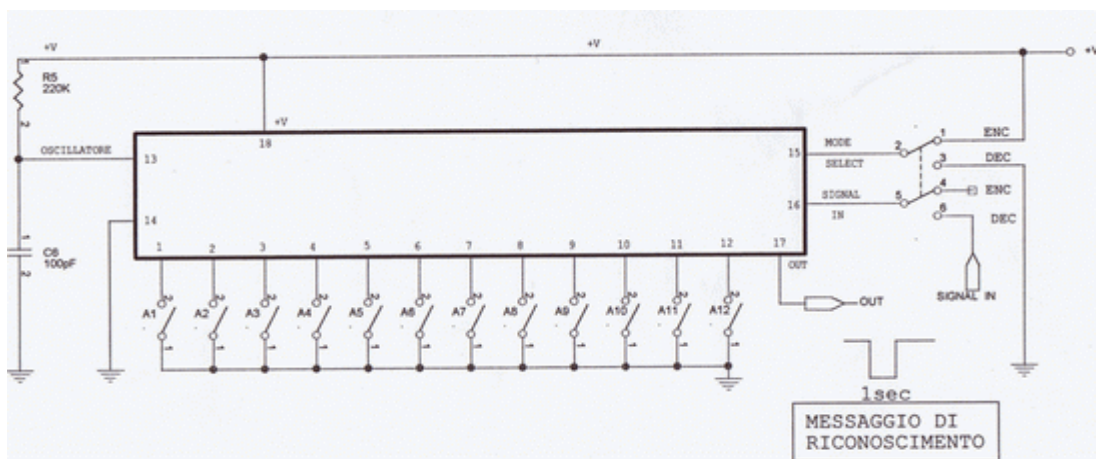
13. kép. A 3. képen bemutatott RF távirányító kapcsolási rajza⁵

⁵ Készítette a Szerző.



14. kép. Ellenállások színkódja ⁶

Az interneten is elérhető alkatrész katalógusok alapján, mint az várható volt, az MM53200 (UM86409) típusú integrált áramkör egy encoder/decoder, vagyis mind adóoldali, mind vevőoldali egységekben használható. A gyári alapkapcsolását a 15. kép ábrázolja, amelyen még nincs nagyfrekvenciás adóáramkör, csupán a moduláló jelet kódoló/dekódoló bekötési lehetőségek figyelhetők meg.



15. kép. Az MM53200 (UM86409) gyári alapkapcsolása⁷

⁶ Ellenállás színkód. <http://www.elektrolight.hu/alkat/ellen/szinkod.php> (2012. 10. 17.)

⁷ encoder/decoder MM 53200 (UM86409)

http://www.itiomar.it/pubblica/Telecomunicaz/progetti/radiocomando/radiocomando_mm53200.htm

Az első, ami szembeűnő, hogy az IC 12 DIP kapcsoló bemenettel rendelkezik a kód beállítására, amit ha összevetünk a kapcsolási rajzunkkal, akkor látható, hogy esetünkben a 11. és 12. lábak nincsenek bekötve, vagyis nyitott kapcsolónak felelnek meg. A DIP kapcsolósor 1024 lehetőséget tesz lehetővé, ami két forrasztással 4096 esetté is alakítható. A 15. láb tápfeszültségre, vagy földre kötése választja ki, hogy encodernek, vagy decodernek használjuk. A 16. lábon kaphatja decoder állásban a jelet, az encoder alkalmazásban a 17. láb a kimenet.

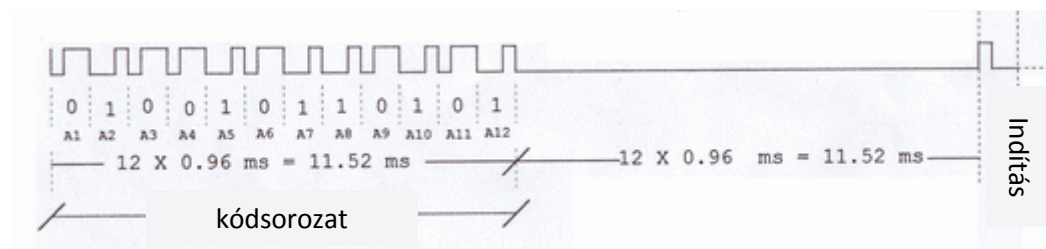
Ez megfelel a mi kapcsolásunknak, ahol a 15. láb tápfeszültségre van kötve, az oszcillátorhoz pedig a 17. láb adja a modulációt.

A kimenő jel egy 12 elemi impulzusból álló jelsorozat, amely elemi impulzusok a DIP kapcsoló beállításától függően "1" vagy "0" értéket vehetnek fel és ennek megfelelően az encoder kétféle PWM (Pulse Width Modulation – Impulzus szélességmoduláció) jelet alakít ki. (16. kép)



16. kép. A két állapotnak megfelelő elemi impulzusalakok⁸

Egy bit idő 0,96 ms, így a 12 bit teljes ideje $12 \times 0,96$ ms, vagyis 11,52 ms. A leírás szerint a gomb folyamatos lenyomása esetén az impulzussorozatok 11,52 ms elteltével ismétlődnek. Ezt mutatja a 17. kép.

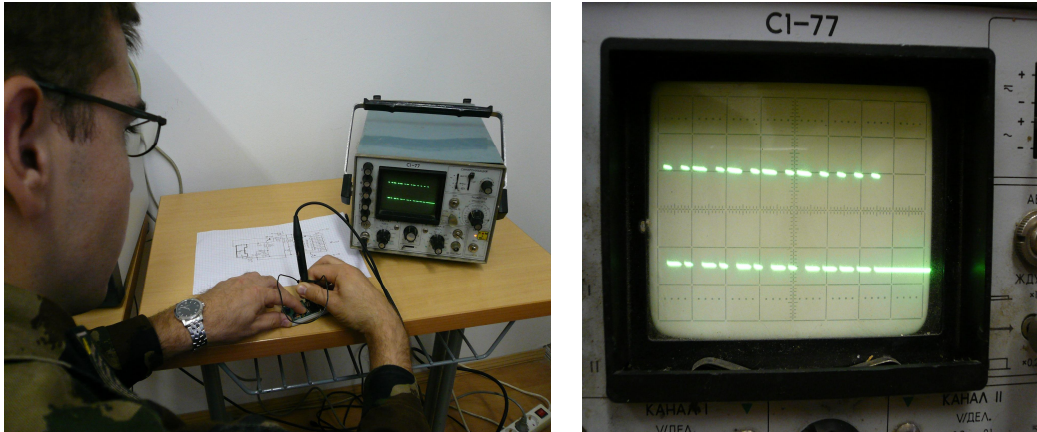


17. kép. Az impulzussorozat felépítése⁸

⁸ encoder/decoder MM 53200 (UM86409)

http://www.itiomar.it/pubblica/Telecomunicaz/progetti/radiocomando/radiocomando_mm53200.htm

Ez a folyamat üzemképes encoderrel oszcilloszkópon is megfigyelhető.⁹ A 18. képen szerző mér egy olyan áramkört, amelyen a 010101010000 DIP állás van beállítva. Jól látható a 12 impulzus a biteknek megfelelő kétféle szélességgel, valamint egy startimpulzus. (0-nak nevezzük a nyitott kapcsolóállást, ami a 11. és 12. kapcsoló hiányában nyitott, vagyis a két utolsó keskeny impulzus éppen 0 értéket mutat.)



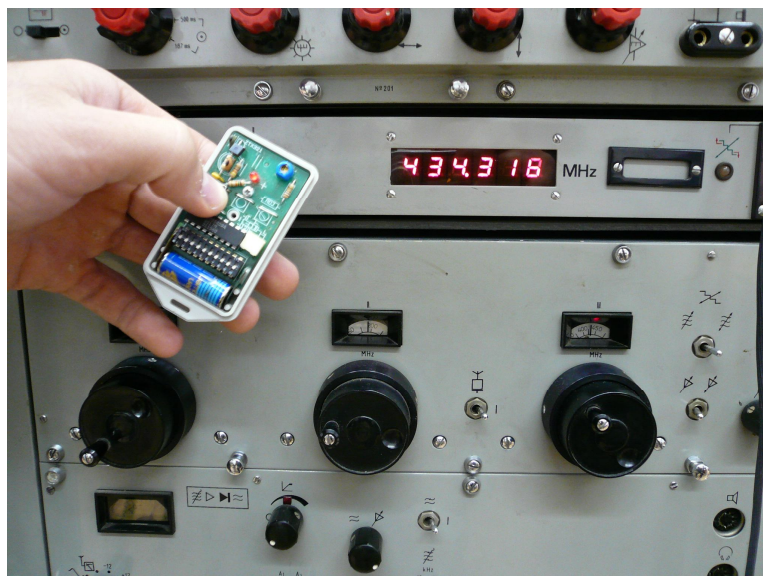
18. kép. A kimenő jelsorozat időfüggvényének mérése oszcilloszkóppal

A mérések sorában felmerül a vivőfrekvencia mérésének igénye, ami mint kiderül a későbbiekben, nem is olyan egyszerű feladat. A kiválasztott RF távvezérlő frekvenciájának mérésére többféle elvi módszer létezik, ezek közül a rendelkezésre álló rádió-felderítő vevőkészülékkel való közelítő frekvencia meghatározást, valamint egy digitális frekvenciamérő alkalmazását választottam.

A mérendő jelek és a választott módszerek előzetes megfontolásakor bizonyosnak tűnt, hogy a rádió-felderítő vevővel való frekvencia meghatározás a nagyfrekvenciás jelek impulzus amplitúdó modulációja miatt AM detektorral, keskeny sávú KF szűrővel néhány kHz-es pontossággal eredményt fog adni, ami a fülhallgatóban jól hallható formában meg is figyelhető. (19. kép)

Az impulzus amplitúdó modulált nagyfrekvenciás jelek frekvenciamérése azonban egy számláló típusú frekvenciamérővel már jóval kevesebb sikert ígér, ami a gyakorlatban tett megfigyelések során be is igazolódott.

⁹ A mérésekhez az NKE HHK IEH Tanszék Elektronikai Hadviselés Szakkabinetjében található eszközöket használtam.



19. kép. A vivőfrekvencia meghatározása a VU-32 URH vevővel és az ES-501 elektronikus skálával

A számláló típusú frekvenciamérő következetes eredményeket szolgáltatott, ami a kódbeállító DIP kapcsoló állásával konzekvensen megfeleltethető lett, azonban természetes módon nem a vivőfrekvencia értékét kaptuk. A 20. kép. bal oldalán az az eset látható, amikor a DIP kapcsoló végig "0" értékre van állítva, a kapcsolók nyitottak, a jobb oldalon pedig az a helyzet, amikor mindegyik "1"-ben, vagyis zárva van.



20. kép. A kisugárzott jel mérése digitális frekvenciamérővel

Ennek okára magyarázatot keresve az a kép alakult ki, hogy a frekvenciamérő működési elvéből adódóan a bemenetén lévő kapuáramkör által meghatározott ideig van "nyitva" és ezalatt méri meg a beérkezett jelek periódusait, vagyis a bemeneti Schmitt-triggeres jelformáló által formázott impulzusokat számolja meg.

A kapott számlálási eredmény és a DIP kapcsolók állása között egy következetes összefüggésre lettem figyelmes. A csupa "0" állás mellett leolvasható 80 MHz érték és a csupa "1" állásban mutatott 140 MHz között egy DIP átállítása mindig 6 MHz frekvenciaváltozást okozott. Ráadásul, bármely kapcsoló lehetett az átkapcsolt, nem mutatkozott különbség az eredményben attól függően, hogy melyik helyi értéken állt.

A magyarázat abban rejlik, hogy tulajdonképpen az encoder mint egy pulzus amplitúdó modulátor, kapcsolgatja a 434 MHz-es vivőfrekvenciás jelet és ez a bekapcsolva töltött idő a DIP kapcsoló állásától függően rövidebb, vagy hosszabb lehet, ami a 15. képen ábrázolt elemi impulzus időparamétereinek megfigyelésével belátható. A két állapot között az a különbség, hogy az egyik logikai értéknél 0,32 ms ideig tart a vivőhullámok bekapcsolt állapota, a másik logikai értéknél 0,64 ms ideig. A 0,32 ms időnövekedés 6 MHz kijelzésbeli változást okoz. Ez meg is magyarázza a 80 és 140 MHz közötti $10 \times 6 = 60$ MHz eltérést.

Még egyszer ki kell hangsúlyoznunk, hogy ez a kapott érték csak annyiban van összefüggésben a valódi vivőfrekvenciával, amennyiben az adja a számlálóra jutó jelet a kapuk nyitvatartási idején. Az is megállapítható tehát, hogy ez a frekvenciamérési eljárás az impulzusmodulált távirányító adók esetében teljesen alkalmatlan a frekvencia meghatározására, egzakt eredményt a rádiófrekvenciás vevők, illetve a vízesés kijelzővel működő gyorszkennelő vevők biztosíthatnak.

A példaképpen kiválasztott áramkörünk tehát alapos vizsgálattal egész elemi szintig visszafejthető volt és a működésének megismerése alapján levonható az a következtetés, hogy ha az impulzussorozatban egy, vagy több elemi impulzus vételét el tudjuk zavarjellel fedni, akkor a dekódolás nagy valószínűséggel hibás lesz, vagyis a vevőáramkör nem ad a kimenetén "helyes" jelet.

TOVÁBBI KUTATÁSI, KÍSÉRLETI FELADATOK, KÖVETKEZTETÉSEK

Az áramköri egységek eddig leírt vizsgálata csak a munka első fázisát jelenti. A továbbiakban az eddig nem ismert és működőképesnek talált példányokon terepi viszonyok között tesztméréseket kellene végrehajtani. Az első mérések a szabadtéri hatótávolság meghatározására irányulnának. Ehhez új elemekkel, sík, akadálymentes terepen el kell helyezni a vevő áramkört, majd az adóval „kapcsolgatva” távolodni tőle, amíg a vétel meg nem szakad, vagyis a vevő nem reagál a kapcsoló jelekre. Ha ezt a próbát körkörösén, több irányból elvégezzük, akkor a határtávolságok szög szerinti, ún. poláris ábrázolása kirajzolja számunkra a vevő vízszintes síkbeli iránykarakterisztikáját.

A másik igen fontos tesztfeladat az elméletben kidolgozott optimális zavaró jel gyakorlati kipróbálása. Ehhez olyan zavaró adóra van szükségünk, amely egyrészt frekvenciában hangolható, programozható, másrészt a zavarási paraméterek, pl. a kimenő teljesítmény, a modulációs eljárás, a zavarjel spektrumbeli söprési paraméterei beállíthatóak. E dolgozat keretében ilyen kipróbálására sajnos nem volt lehetőség.

Végezetül ki kell hangsúlyoznunk, hogy az ilyen jellegű műszaki tevékenységre missziós területeken, de akár honi, terrorelhárítási célú munkálatok során szükség van és sajnos ez után is szükség lesz. A technika fejlődésével egyre modernebb, egyre bonyolultabb, ugyanakkor egyre kisebb méretű, egyre integráltabb eszközök fognak megjelenni a vizsgáló asztalán, amelyekkel úgy tudásban, mint típusismeretileg is lépést kell tartani. Valahol ez egy picit hasonlít a tűzszerészek széles műszaki és típusismereti felkészültségére, hiszen ott is nap, mint nap szembe kell nézni egy adott konstrukcióval és az ismertekkel mindig könnyebb dolguk van a szakértőknek, mint az ismeretlen robbanó konstrukciókkal.

Ezért kell az ismereteink szüntelen bővítésére törekednünk és ezért alkotnak mindig újabb eszközöket a szembenálló erők.

IRODALOM

A Magyar Honvédség missziós szerepvállalása – Múlt, jelen, jövő.

<http://www.biztonsagpolitika.hu/?id=16&aid=1065> (2012. 10. 27.)

Ellenállás színkód. <http://www.elektrolight.hu/alkat/ellen/szinkod.php> (2012. 10. 17.)

encoder/decoder MM 53200 (UM86409)

http://www.itiomar.it/pubblica/Telecomunicaz/progetti/radiocomando/radiocomando_mm53200.htm

MH Tartományi Újjáépítési Csoport – Wikipedia. <http://hu.wikipedia.org> (2012. 10. 27.)

Remote Control Encoder PT2262 Princeton Technology Corp.

<http://www.futurlec.com/Others/PT2262.shtml> (2012. 10. 17.)

USSR/Russia 145 Series ICs Family <http://www.silirium.ru/ussr-145.html> (2012. 10. 17.)