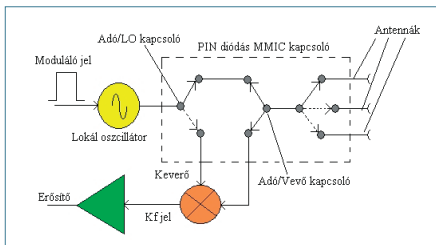


77 GHz-es autóradaok ismertetése

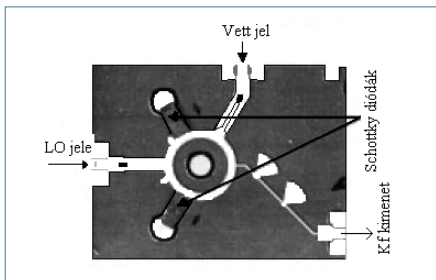
1. Bevezetés

A 77 GHz-es tartományba eső és az ACC (Adaptive Cruise Control) feladatokat - mint pl. automatikus távolságtartás, „cut-in” = elévágás, „in curve” = követés kanyarban, „stop&go” stb. - teljesítő radarok már korábban is kaphatók voltak. Ezeket nevezik távolradaroknak, amelyek az irodalomban a következő néven találhatók:



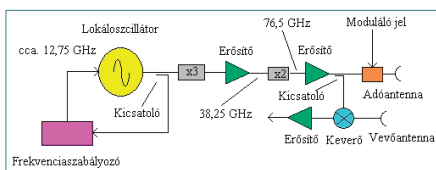
1. ábra

FDS - Far Distance Radar Sensor, vagy LRR - Long Range Radar. Az ilyen radarokat két csoportba oszítjuk attól függően, hogy milyen módszerrel határozza meg a céltárgyak koordinátáit, fix nyalábok segítségével működő vagy mechanikus letapogatást végző eljárással. Újabb intenzív fejlesztést végeznek az ún. fázisvezérelt antennák által szolgáltatott letapogatással. Bár

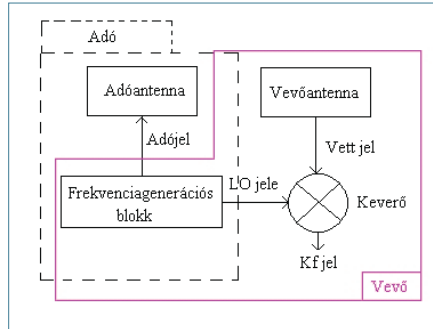


2. ábra

ennek elmélete már kidolgozottnak tekinthető, de nem ebben a frekvenciatartományban és nem gépjármű-alkalmazásban. Pl.: Bosch három kapcsolt sugárrzóval FMCW hullámformát alkalmaz, az ADC három kapcsolt pulzus

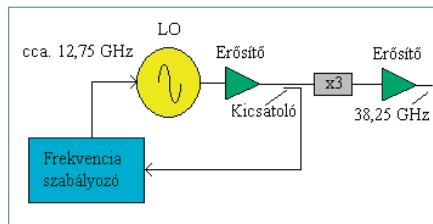


3. ábra



4. ábra

Doppler-veltrészesíti előnyben, a Fujitsu Ten és a Delphi mechanikus letapogatást használ, a Road Eye egy sugárrzó és 7 vevőt párhuzamosan, FMCW, illetve távolsági Doppler működtetésével. Az ezen technológiával megvalósított radarok árai folyamatosan csökkennek. A 77 GHz-es radarnak három sáv forgalmát mindenképpen biztonságosan nyomon kell tudni követni -40°...+125 °C hőmérsékletek között.



5. ábra

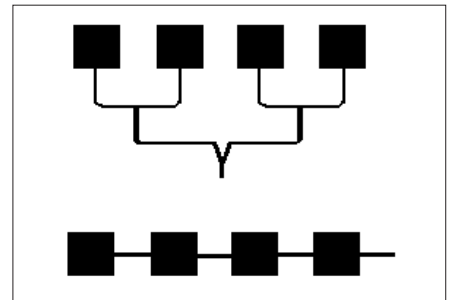
Megjegyzés: a különböző funkciókat betöltő radarok kulcsfontosságú alkatrészei azonosak lesznek 2013 után, így az LRR-rendszer elemei használhatók lesznek az SRR-szenzoroknál is esetleg kisebb módosításokkal, ami további ár-csökkenést eredményez.

2. 77 GHz-es impulzus-Doppler radar

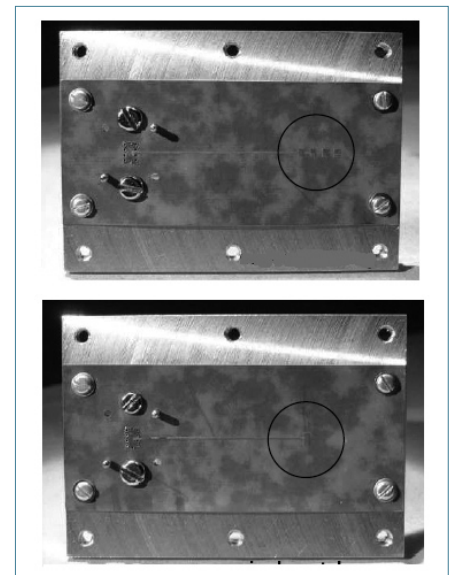
Az MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuits - monolitikus integrált mikrohullámú áramkör) lehetővé teszi, hogy a 77 GHz-es radarok igen gyors kapcsolásokat legyenek képesek végezni és igen rövid impulzusokat (5 nsec - ejsd nanoszekundum, vagyis egy nsec - a másodperc milliárdomod része) képes kibocsátani, így nagyon jó távolsági felbontó képességgel rendelkezik (jelen esetben ez az érték 7,5 cm). Az MMIC-technológia lehetővé teszi továbbá a fázisvezérelt antenna alkalmazását,

amellyel a karakterisztika oldalirányú mozgató-sát képesek vagyunk megoldani. A 77 GHz-es impulzusvezérelt háromnyalábos impulzusradar működési vázlatát mutatja az 1. ábra.

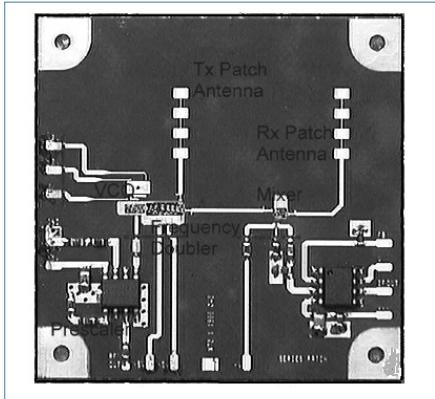
Adási üzemmódban az impulzus modulálja a helyi oszcillátor jelét, amely állandó amplitúdójú és állandó frekvenciájú jelet szolgáltat. Különösen az utóbbi fontos, mert a tárgyalt 77 GHz-es radar Doppler-veltrészesíti működik, ezért ha az oszcillátor frekvenciája változna, akkor a mérés is hamis értéket mutatna. A 77 GHz-es vivőjellel kitöltött impulzus az antennára kerül, amely azt kisugározza. Vétel során az antennáról beérkező jel a szaggatott vonallal jelzett átváltott kapcsolón keresztül a keverőre kerül, de ide kerül a helyi oszcillátor jele is. A vett jel frekvenciában különbözni fog az adó jelfrekvenciájától, mégpedig a Doppler-frekvenciával. A Doppler-eltolódást a mért járművek mozgása okozza, amely annál jobban eltér a kisugárrzó frekven-



6. ábra



7. ábra



8. ábra

ciától, minél nagyobb a jármű sebessége. A frekvenciaváltozás lehet növekvő vagy csökkenő, attól függően, hogy a jármű haladási iránya közeledő vagy távolodó jellegű. A keverő tehát előállítja a középfrekvenciát, amely egy erősítőn keresztül különböző feldolgozó áramkörökre kerül. A frekvenciaváltozás egyébként a vivő frekvenciának kb. 0,25%-a, ezért a beérkező és a helyi oszcillátor frekvenciája nagyon közel van egymáshoz. A 77 GHz-es radarok keverője többnyire hibrid (Rat-Race) típusú, amelyben Schottky típusú mikrohullámú diódákat alkalmaznak (2. ábra), amelyek költsége nagyon alacsony, mérete pedig nagyon kicsi. A 3. ábrán bemutatjuk a 77 GHz-es radar egy részletesebb, magát a 77 GHz-es frekvenciát előállító részeket is magában foglaló változatát.

Az alapgenerátor egy mikrohullámú félvezető oszcillátor, amely cca. 12,75 GHz állandó amplitúdójú és frekvenciájú folytonos jelet szolgáltat. Egy jelcsatoló mintát vesz az oszcillátor jeléből és azt visszavezeték a frekvenciaszabályozó áramkörre, amely frekvenciaeltérés esetén hibajeleket szolgáltat és ezzel állítja be az oszcillátor pontos frekvenciáját. Az oszcillátor frekvenciáját egy szorzóval háromszorozzuk, majd még készrevezük, így megkapjuk a 76,5 GHz-es adófrekvenciát, amelyet egy modulátoron és antennán keresztül sugározunk ki. A járművekről visszavert jel a vevőantennán keresztül a keverőre jut, amelynek jelét a radar továbbdolgozza.

3. A 77 GHz-es radarok modul szerinti felépítése

A járműradarok minden típusa modulokból épül fel. Ezeket a modulokat tárgyaljuk részletesebben.

3.1. Előmodul

Az előmodul egy frekvenciagenerátorból és egy vevőblokkból áll (4. ábra).

a) Frekvenciagenerátor blokk

Az áramkör mikrohullámú oszcillátor, MMIC-technológiával megépítve. A generátor nem

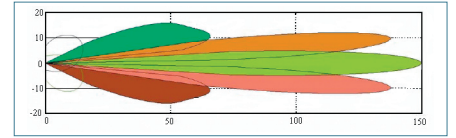
közvetlenül a 77 GHz-es frekvenciájú jelet szolgáltatja, mert ez a megoldás számos hátrányt tartalmaz. Egy másik megoldás szerint van egy alaposzcillátor, amelynek frekvenciáját és amplitúdóját szabályozzuk. Ennél a módszerrel a szükséges 77 GHz-es frekvenciát az alaposzcillátor sokszorozásával érhetjük el (5. ábra). Az alapfrekvencia értéke 12,75 GHz.

b) Vevőblokk

A vevőblokk a vevőantennából és egy W sávú keverőből áll. A foltantenna által vett jel a keverőre jut, amelyre még rákerül a helyi oszcillátor jele. A különbségi frekvencia további feldolgozásra kerül. Ezt az elvet nevezzük szuperheterodin elvnek.

c) Antenna

Az antennakialakításnál ügyelni kell arra, hogy a vízszintes nyaláb bár keskeny legyen, de jóval szélesebb, mint a függőleges nyaláb. Hasonlóan a 24 GHz-es közelradarokhoz, itt is azért szükséges a keskeny függőleges nyalábszög, hogy az alacsonyan fekvő objektumokat (pl. csatornafedél stb.) ne vegye figyelembe, mint



9. ábra

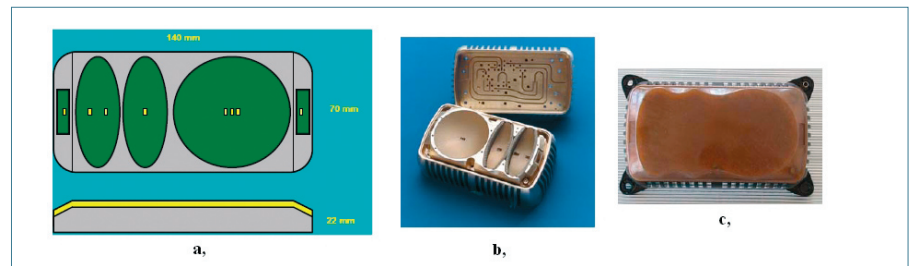
teljesítményekre alkalmazhatók. A nyomtatott antennák helykihasználásuk és egyszerű felépítésük miatt is előnyösek. A távolradaroknál (77 GHz) lényegesen magasabb frekvencia miatt a méretük is jelentősen csökken.

d) Az előmodul teljes felépítése

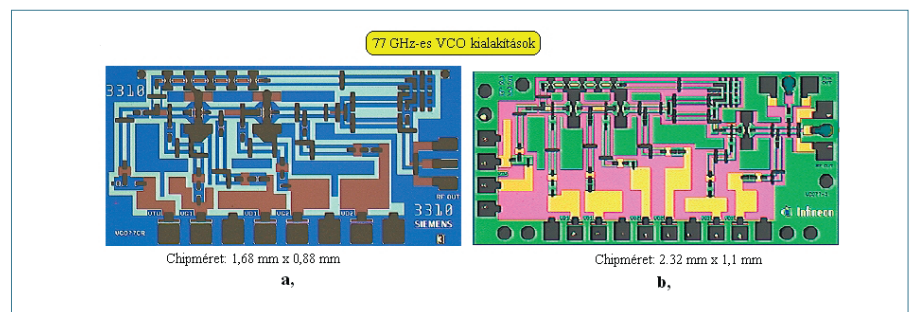
Az előmodul teljes felépítése megegyezik a 3. ábrán látható megoldással, a 8. ábra mindezt kiviteli szinten mutatja.

Alkalmaznak második generációs távolradaroknál olyan antennamegoldásokat, amelyeknél szándékosan alakítanak ki több nyalábot az autópálya (autóút) szélesebb tartományba történő áttekintése miatt (9. ábra).

Az ábrából látható, hogy van három főnyaláb (B - bal oldali, K - középső és J - jobb oldali),

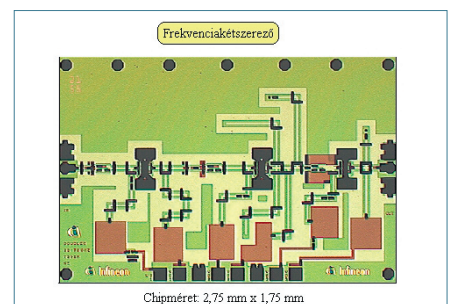


10. ábra



11. ábra

céljelet. Az alkalmazott antenna foltos antenna, amelynek elrendezése lehet közönséges sor és vegyes elrendezés is (6. ábra). Gyakorlati kivitele összeszerelt állapotban a 7. ábrán látható. Ezzel a kialakítással kezdetben voltak melléknyalábok (Autótechnika 2006. 5. sz. 59. old.), de ezeket pótlèmezek különböző módon történő elrendezésével lényegesen csökkenteni lehetett. A Patch antennák a mikrosztríp (nyomtatott) antennák közé tartoznak, amelyek kisebb teljesítmények (mW) esetén nagyon jól használhatók. A lencseantennák pedig nagyobb



12. ábra

két elhajló melléknyaláb (BB és JJ), továbbá két kiegészítő sugárnyaláb (GB és GJ). Az eredő karakterisztika így meglehetősen szélessé válik és jó téráttekintést biztosít a haladási irányba. Ezt az antennatípust az ERA cég fejlesztette ki a Road Eye számára, amely több reflektort, nyílást tartalmaz és öntött magnéziumból készült. A szélső sugárzók biztosítják a kiegészítő karakterisztikákat (GB, GJ), a bal oldali ovális sugárzó adja a BB és JB, a jobb oldali ovális sugárzó egy 12°x 4°-os karakterisztikát, a kör alakú pedig a B, K és J jelű karakterisztikákat biztosítja (10. ábra).

A 10. a ábra antennák éleinek kialakítását, a 10. b ábra a gyakorlati megvalósítását, végül a 10. c ábra az összeszerelt antennát ábrázolja. Ezek az antennatípusok függőlegesen polarizált elektromágneses hullámokat bocsátanak ki, mert a természetes zajok és egyéb környezeti zajok többnyire vízszintesen polarizáltak, ezért azok hatása az antenna bemenetén lényegesen csökken, esetleg nem is érvényesül.

A következőkben bemutatjuk egy modulrendszerű chip (ejtsd: csip)-ekből kialakított távradar néhány modulját, méreteivel együtt.

A 11. ábra egy VCO állandó frekvenciájú és amplitúdójú alposzcillátort mutat két különböző kialakításban, a 12. ábrán pedig egy 38/76 GHz-es frekvenciatöbbszöröző látható. A 13. ábra két különböző cég által kifejlesztett keverő kialakítását mutatja.

Látható, hogy a chip méretei nagyon kicsik, ezért lehet e modulokként összeállított radarok mérete nagyon kicsi és a sorozatgyártás után olcsó.

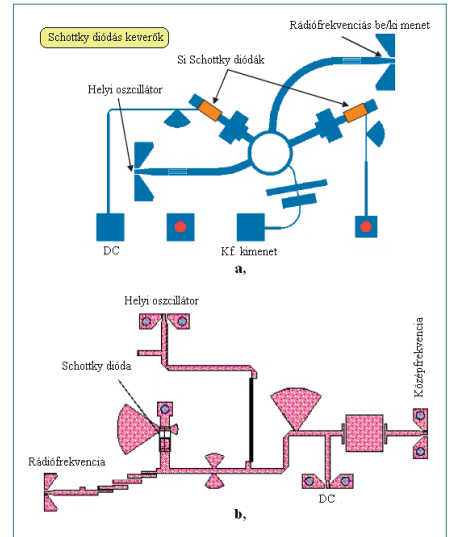
4. Egy új módszer

Már korábban tárgyaltuk az FMCW és impulzus Doppler jelalakok feldolgozását, most röviden ismertetjük a Road Eye által alkalmazott, FMCW és Range-Doppler moduláló jelalakját és a célok ábrázolási módját (14., 15. ábra). Látható, hogy itt dupla üzemmódú feldolgozást alkalmaznak, amely jelenleg egyedülálló megoldás. Az FMCW jelforma közelebbi távolságokra és kisebb sebességekre, a Range-Doppler jelalak távolabbi és nagyobb sebességű célokra jobban használható.

DR. OLÁH FERENC OKL. VILLAGMÉRŐ, OKL. LOKÁTORSAZAKMÉRŐ

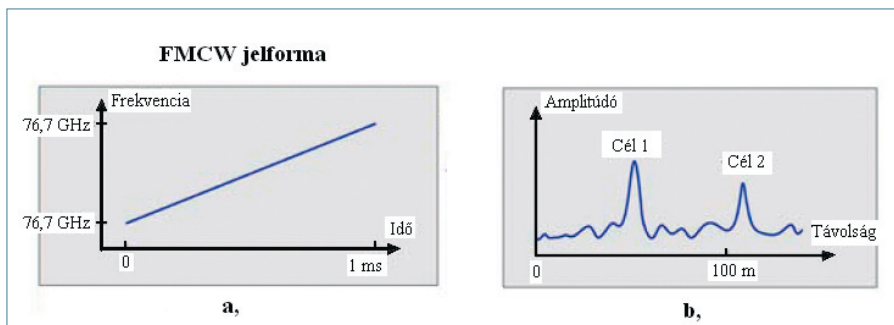
Irodalom

1. „Toyota Wows the World with Automated Parking”, www.IVsource.net, September 12, 2003.
2. Mattox, T., „Eaton-VORAD System”, presented at the FMCSA Workshop on Deployment of Active Safety Systems for Heavy Trucks, March 14, 2004.
3. www.fta.dot.gov, Bus Rapid Transit Main Page, accessed May 31, 2004.
4. www.who.int/features/2004/road_safety/en
5. www.europa.eu.int/comm/energy_transport/library/1b_texte_complet_en.pdf
6. Karl M. Strohm, Robert Schneider, Josef Wegner: Kokon: A Joint Project for the Development of 79 GHz Automotive Radar Sensors. International Radar Symposium IRS 2005,

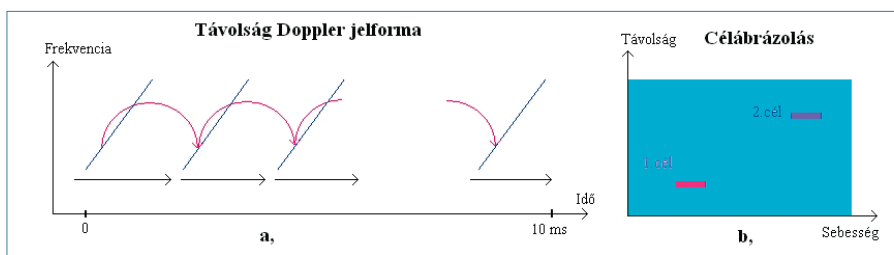


13. ábra

7. www.Kokon-project.com
8. www.Fka.de
9. A. Dankers, L. Petersson, A. Zelinsky: Driver Assistance: Contemporary Road Safety The Australian National University. 2004.
10. The European Product-Standards EN 302 288 Parts 1 and 2 (24 GHz SRR) and EN 302 264 Parts 1 and 2 (79GHz SRR) are after completion available in the Internet ETSI-Homepage(www.Etsi.org)
11. www.densetraffic.org
12. www.radarnet.org
13. www.enclide-en.org
14. M. Klotz-H. Rohling: 24 GHz radar sensors for automotive application. Journal of Telecommunications and Information Technology. 2001. 4.
15. H. Iizuka, T. Watanabe, K. Sato, K. Nishikawa, Millimeterwave Mikrostrip Line to Waveguide Transition Fabricated on a Single Layer Dielectric Substrate. R and D review of Toyota CRDL No. 2 Vol 37.
16. Gresham: Radar module for commercial ACC applications. IEEE Transactions on microwave theory and techniques. 2001. jan.
17. Carver K. R. and Mink J. W. „ Mikrostrip Antenna Technology ” IEEE Transactions on Antennas and Propagation. 1981. jan. 1.
18. Newman E. H. and Tehan J. E. „ Analysis of a Mikrostrip Array and Feed Network ” IEEE Transactions on Antennas and Propagation. 1985. april. 4.
19. Cludio Hartzstein – Road Eye FLR GP2 – Israel 76 GHz Radar Sensor for Second Generation ACC1 02A405 doc. 2006.



14. ábra



15. ábra