

RFBeam

RADARSZENZOROK AZ ENDRICH BAUELEMENTE VERTRIEBS GMBH KÍNÁLATÁBAN

A piacon nagyon sok – elsősorban biztonságtechnikai célokra használt – mozgásdetektor kapható, ezek leggyakrabban passzív infravörös mozgásérzékelők, optikai úton működő fényesorompók és hasonló eszközök. Általánosan igaz, hogy ezek a megoldások korlátozott lehetőségekkel bírnak, még akkor is, ha jól megtervezett rendszerekben tökéletesen látják el feladatukat. A mikrohullámú technika területén alkalmazott újítások lehetővé teszik, hogy mára új eszközök is használhatóak legyenek a fenti célokra. Olyan megoldásokról szól jelen írásunk, amelyek jelentős előnyökkel járnak, például a jelenlét detektálása mellett távolságmérésre, precíz sebességmeghatározásra és irányérzékelésre is használhatóak

MŰKÖDÉSI ELV ÉS ALKALMAZHATÓSÁG

A radarszenzorokról általánosságban

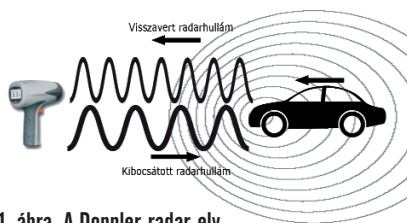
A múltban a radarrendszerek meglehetősen drága és nagyméretű alkotóelemekből, például nehéz hullámvezetőkkel és drága Gunn-diódákból épültek fel, amely nehézség – esetenként lehetetlenség – tette a technológia hétköznapi használatát. Ma a planártechnológia elterjedésével robusztus, költségghatékony és kisméretű szenzorok készíthetők. A cikkben tárgyalt radarszenzorok az úgynevezett rövid hatótávolságú (néhány centimétertől néhány száz méterig) radarmegoldásokhoz használhatók.

Működési elv

A radarmodulok rádiófrekvenciás elektromágneses hullámokat bocsátanak ki, ezek frekvenciája a 18 ... 27 GHz-es, ún. K-Bandsávba esik. A K-Band egy része a 24 ... 24,250 GHz-es tartomány, az ISM (Industrial, Science and Medical / ipari, tudományos és orvosi) sáv, amely majdnem mindenhol a világon szabadon használható, itt működnek a radarszenzorok is. A radarsugárzás a szilárd tárgyakról visszaverődik, és ez a reflexió adja az érzékelés lehetőségét. A radar-vevőmodul által detektált visszavert sugárzás nagysága nem csak a tárgy távolságától, hanem annak anyagától és méretétől is függ. A fémfelületek általában nagyon jó radar-céltárgyak, de az emberi test is tökéletesen detektálható a nagy ϵ_r érték miatt, amelyet a jelen lévő nagy mennyiségű víz okoz. Az emberi test a legkisebb kapható modulokkal is már kb. 12 méterről jól érzékelhető. A műanyagok nagy része a radarsugarak

számára láthatatlan, ezért kiválóan burkolható velük a modulok a környezet káros hatásai ellen való védekezés során, míg például a PIR-modulok esetén Fresnel-lencsék és kültéri házak használatára van szükség.

A tárgyalt radarszenzorok működési alapelve a Doppler-effektus, amelynek segítségével bizonyos távolságra lévő tárgyak sebessége mérhető. A radar által kibocsátott elektromágneses hullám a mozgó tárgyról visszaverődve eltérő frekvenciával érkezik a vevőre, ennek a különbségnek a detektálásával a tárgy radarhoz képest radiális sebességkomponensének direkt és nagy pontosságú mérése van lehetőség. A Doppler-effektus lényege a kibocsátott és a mozgó tárgyról visszaverődő detektált hullám frekvenciájának különbsége, amely jellemző a mozgó tárgy sebességére.



1. ábra. A Doppler-radar-elv

A Doppler-effektus nap mint nap tapasztalható, ha egy álló megfigyelő felé haladó, rögzített frekvenciájú hanghullámokat kibocsátó tárgy közeledik, majd távolodik. Ilyenkor folyamatosan változó magasságú hangot hallunk, amely egyre magasabb a mozgó objektum érkezésekor; áthaladáskor valós frekvenciát érzékelünk, majd elhaladáskor a hang mélyülni fog. A kibocsátott és a visszaverődő (érzékelte) frekvencia különbsége a megfigyelő és a kibocsátó egymáshoz képest mért sebességével arányos. Az előbbi példában a kibocsátó objektum moz-

gott és a megfigyelő állt, radarszenzorok esetén a kibocsátó és az érzékelő is áll, viszont a visszaverő objektum az, ami mozog, és okozza a Doppler-effektust. A Doppler-radar tehát objektumok mozgásának detektálására és azok sebességének mérésére használható. A visszaverő tárgy a szenzor hatókörébe érve annak kimenetén kisfrekvenciájú szinuszhullámot generál, amelynek frekvenciája arányos az objektum sebességével.

A frekvenciatranszformáció az alábbi képlettel írható le:

$$F_{\text{visszavert}} = F_{\text{kibocsátott}} (1 + v/c) / (1 - v/c),$$

ahol v az objektum sebessége, c a fénysebesség (az elektromágneses hullámok haldadási sebessége). A Doppler-frekvencia számítása a következőképpen történik:

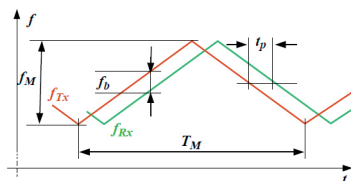
$$F_d = F_{\text{visszavert}} - F_{\text{kibocsátott}} = 2vF_{\text{kibocsátott}}/c,$$

tehát arányos a mozgó objektum sebességével.

Az amplitúdó a mozgó tárgy távolságától és annak visszaverő képességétől függ. Az Endrich által kínált RFBeam radarszenzorok esetén a Doppler-frekvencia 158 Hz m/s egysegre (44 Hz km/h egysegre) radiális irányú mozgás esetén. Néhány speciális modul két kimenettel rendelkezik – I (In phase) és Q (Quadrate) – ezek alkalmasak a mozgás irányának (közeledés, távolodás) érzékelésére is.

Alkalmazott technológiák

Jelenleg a Doppler-radarok többféle technológia alapján készülnek, a CW (continuous wave – folyamatos hullám) Doppler, a frekvenciamodulált (FM) radarok és ezek kombinációi (FMCW Doppler) terjedtek el a gyakorlatban. A CW Doppler-radar csak sebességadat szolgáltatására képes a folyamatosan kibocsátott és a visszaverődő frekvencia különbségének mérésével. A korai megoldások szinte mind CW-technológiával készültek, ezeket követve hamarosan a frekvenciamodulált CW-radarok (FMCW) megjelenése, amely a kibocsátott frekvencia fűrészzel történő modulálásának segítségével mozgó és álló objektumok távolságá-

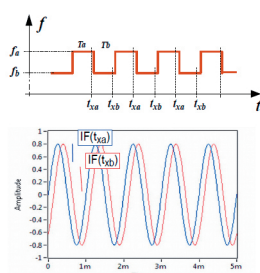


2. ábra. FMCW Doppler-radar elve

nak meghatározására is alkalmas. Az FMCW frekvenciamodulált hordozója lineárisan változik fűrészelalakkal történő moduláció okán (lásd 2. ábra). A transceiver kimenetén jelentkező kisfrekvencia a kibocsátott és a visszavert modulált frekvencia különbségeként keletkezik.

A legtöbb RFbeam szenzor analóg FM-beamenettel is rendelkezik, és néhány esetben a moduláció digitális vezérléssel is biztosítható. A K-Band (24 GHz) eszközök megengedhető legmagasabb modulációs frekvenciája 250 MHz, de a hőmérséklet-változás hatásait és toleranciakérdését is figyelembe véve ez az érték általában 150 MHz-re korlátozódik, így a felbontás (és a minimális távolság) kb. 1 méter.

Egy másik technika az FSK (Frequency Shift Keying) mozgó objektumok közti pontos távolságmérésre ad lehetőséget úgy, hogy magasabb felbontást tesz lehetővé, mint az FMCW-radar, és két diszkrét hordozófrekvencia, f_a és f_b kapcsolásával kisebb sávzélességet emészt fel, mint az FMCW lineáris emelkedő jele. Ez a tech-



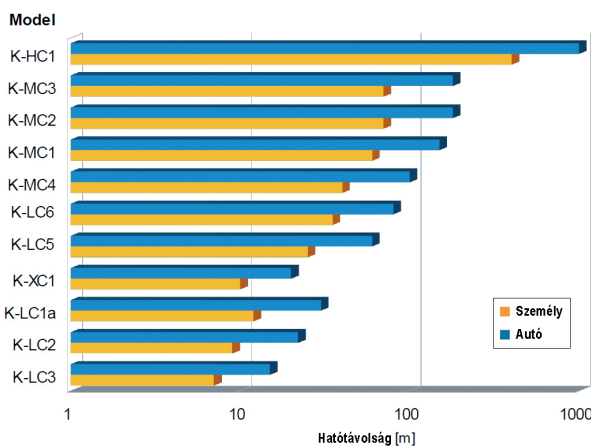
3. ábra. A Doppler-jel fázistolásban jelentkezik

nológia is a mozgó tárgyról visszavert Doppler-jelek detektálásán alapul. Az $f_a - f_b$ kis eltérése miatt a mozgó tárgy közel azonos Doppler-frekvencián jelenik meg mindkét hordozófrekvencián, azonban eltolt fázisban, amely jellemzi a tárgy távolságát (lásd 3. ábra).

Fontos még egyszer megemlíteni, hogy mind az FMCW mind az FSK-technológia alkalmas távolságmérésre, azonban az eltérő felbontás miatt előbbi elsősorban álló, míg utóbbi mozgó tárgyak távolságának mérésére is alkalmas. Az FMCW szintén alkalmazható jelenlét-detektálásra is úgy, hogy betanítjuk a rendszert az üreshátér-környezetben, majd az új céltárgy megjelenésével a kimenet eltér a betanított és rögzített értéktől, azaz a változás (jelenlét) érzékelése megtörténik.

Alkalmazások

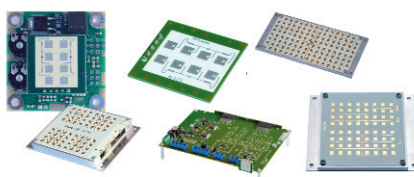
Az RFbeam Microwave a planáris technológián alapuló radarszenzorok, K-Band mé-



4. ábra. RFBeam Microwave modellek

rőeszközök és szoftvermegoldások vezető szállítója. A cég által forgalmazott berendezések adó- és vevőegységet is tartalmaznak, így alkalmasak mikrohullámú jelek sugárzására és a visszaverődés detektálására is. A szállítási program kiterjed a legegyszerűbb, olcsó Doppler-eszközöktől a csúcsmínőségű, összetett transceiver-rendszerekig. Tipikus alkalmazások a mozgás- és ipari közelítés-szenzorok, közlekedésfelügyeleti és analitikai rendszerek, sportcélú mérőrendszerek. A különböző modellek hatótávolságát ábra mutatja meg.

Democsomagok, szoftverek és hitelesítésre szolgáló szimulátorok is kaphatók. A termékek az IndustriAutomation 2012 kiállítások az Endrich cég standján is megtekinthetők.



5. ábra. A democsomagok kínálatából

KISS ZOLTÁN,
ENDRICH BAUELEMENTE VERTRIEBS GMBH
 Z.KISS@ENDRICH.COM