



Manapság egyre többször találkozunk olyan fogalmakkal, mint az IoT, Smart Home, Industry4.0. Mindegyik elnevezés mögött ipari környezetben működő szenzorok, adatgyűjtő és kiértékelő modulok, orvoselektronikai, vagy éppen biztonságtechnikai rendszerek – együttesen intelligens eszközök – bonyolult hálózata áll, melyek közös tulajdonsága az Interneten keresztül való kommunikáció. A fenti területek bármelyikén tevékenykedő fejlesztőcég számára jelentős piacok nyílnak meg és komoly forgalmat lehet realizálni. Az alapvető kérdés a fejlesztőmérnök számára az, hogy melyik vezeték nélküli technológia illeszkedik leginkább a tervezett felhasználáshoz, hiszen bonyolult rádiós modulokkal kell megvalósítani az adatátvitelt az intelligens eszköz és a hálózat között. Ez a témában kevésbé jártas mérnöknek ez komoly kihívást jelenthet.



A megfelelő modul kiválasztásához első lépésben meg kell vizsgálni a tervezett adatátviteli sebességet, a vezérlés szükséges élettartamát, a rendelkezésre álló tápellátást és a modul méretét, és azt hogy fixen beforrasztandó, vagy MiniPCIe, esetleg az M.2Card alkalmazásának van-e inkább értelme.

A fixen beforrasztható LGA modulok magasabb mechanikus szilárdsággal bírnak, mint a cserélhető társaik, emiatt ezek az SMD változatok ipari és autóiipari alkalmazásokban előnyt élveznek.

A cserélhető modulok flexibilisebb alkalmazásfejlesztést tesznek lehetővé, a vásárló döntése, hogy ennek fejében hajlandó-e felárat fizetni. A MiniPCI modulok a Host oldalon USB interfész segítségével (LTE-nél USB2.0,HS) kommunikálnak, ugyanúgy mint az M.2 kártyák, melyek formatényezője az Inteltől származik.

A formátum kiválasztása semmilyen garanciát nem ad arra vonatkozóan, hogy a gyártó által jelenleg kínált modul nem

kerül-e később a termékportfólióból való kivételre, illetve, hogy az majd egy utóddal, illetve másik technológiából származtatott változattal pótolható-e. Ha egy ilyen eset megtörténik és az eredetitől eltérő modul-változat kerül beszerelésre, a végterméket általában újra kell tanúsíttatni, ami komoly költségvonzattal jár. A hardver cseréhez szoftver módosítások és a tápellátás átalakítása is szükséges lehet, így néhány gyártó esetén a „modul család koncepció” nem feltétlenül a legjobb megoldás.

Mivel a különböző modul változatok különböző ország- és szolgáltatói tanúsítvánnyal rendelkeznek, elsősorban azzal kell tisztában lenni, hogy hol lesz felhasználva az alkatrész.

Figyelembe kell venni az adott országra vonatkozó mindenkorai szabályozásokat, tudni kell, hogy teljes végtermék vagy csupán a változtatások tanúsítására van-e szükség.

A következő támpontok nyújtanak segítséget a felhasználáshoz szükséges technológia kiválasztásában.

A vonatkozó szabványok áttekintése

GSM (Global System for Mobile Communication) szabvány

Ez a szabvány a mobiltelefonok által használt második generációs digitális cellás kapcsolat alapú hálózati

protokollok leírására került bevezetésre. Ma tulajdonképpen az iparban elterjedt legjelentősebb globális mobil távközlési szabvány, közel 90%-os piaci részesedéssel.

A továbbfejlesztett adatkapcsolat (GPRS) már csomagkapcsolt módon maximum 86 Kbps-os letöltési és maximum 43 Kbps feltöltési sebességgel rendelkezik. A lassú adatátviteli sebesség és a technológia várható elavulása az új generációs készülékekben megkérdőjelezi alkalmazását.

A jelenleg aktív GSM cellák belátható időn belül nem lesznek lekapcsolva, mivel sok biztonságtechnikai és autóiipari alkalmazás is használja ezt a technológiát, de a cellahálózat bővítése nem várható, ez logikus reakciója a szolgáltatóknak, akik inkább az újabb szabványok irányában eszközölnék fejlesztéseket. A ma aktív cellák kikapcsolása várhatóan 10 éven belül, tehát legkésőbb 2026-ra prognosztizált. Az, hogy vajon ez a kikapcsolás tényleg megtörténik-e vagy sem, az többek között a manapság ezen a területen aktív alkalmazások sikerétől és a mögöttük álló lobbytól függ.

Edge (Enhanced Data Rates for GSM Evolution)

Ezt a szabványt az adatátviteli sebesség egy új modulációs eljárással az átlagos GPRS adatátviteli sebesség háromszorosára – 100 kbit/s nagyságrendű értékre (maximum 236

kbps) – való növelésével hozták létre. Ott, ahol a felhasználók száma nem teszi lehetővé a drága technológiák (például 3G) beruházásainak megtérülését és földi szélessávú digitális előfizetői vonalak (DSL) sem épültek ki, mint például vidéken, az Edge sebessége jelenti a legjobb alternatívát a kielégítő sebességű internet eléréshez, és alacsony árfekvésű technológiaként gazdaságos is.

Az Edge tulajdonképpen a meglévő GSM/GPRS rádiós hálózathoz kötődik, emiatt annak esetleges kikapcsolása miatt nem feltétlenül érdemes ipari alkalmazásokban hosszú távon ezzel a technológiával számolni.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) harmadik generációs mobil távközlési szabvány

Ez egy közbülső lépcsőt jelent a régebbi technológiák és az LTE között. Az UMTS bevezetése komoly beruházási háttérrel jár, mert új bázisállomásokat

kellett építeni, hiszen a magasabb (2100 MHz) frekvencia kisebb hatótávolságú, emiatt közbülső bázis állomásokra van szükség. Ez a magasabb frekvencia okozza azt a problémát is, hogy a 3G jel beltérre nehezebben jut be.

Ez a technológia a nagy sáv szélesség (max. 384 kb/s) a nagyon kedvező moduláris és nem utolsósorban a GSM/GPRS szabvánnyal való visszafelé kompatibilitása miatt tulajdonképpen az elsődleges opció kellene, hogy legyen – viszont egyes források szerint a későbbiekben utat fog engedni az LTE (LongTermEvolution) szabványnak.

Azt, hogy ez az állítás megállja a helyét, mi sem mutatja jobban, mint az, hogy – elsősorban nagyvárosok területén – az LTE cellák az UMTS cellákkal ellentétben gombaként szaporodnak.

Az egyes frekvenciák kikapcsolásának alapvető oka a licencjogok szolgáltatók közti időről időre történő újraosztása, ami utoljára 2015-ben történt meg és a következőre 10 éven belül kerül sor.

Generáció	Technológia	Átvitel	Letöltési sávsebesség
1G	AMPS	analóg, csomagkötésalapú	-
2G	GSM	digitális, csomagkötésalapú	9,6 kbit/s
2.5G	HSCSD	digitális, csomagkötésalapú	57,6 kbit/s
	GPRS	digitális, csomagkötésalapú	115 kbit/s
2.75G	EDGE	digitális, csomagkötésalapú	236 kbit/s
3G	UMTS	digitális, csomagkötésalapú	384 kbit/s
3.5G	HSPA	digitális, csomagkötésalapú	14,4 Mbit/s
4G	LTE	digitális, csomagkötésalapú	150 Mbit/s
4G	LTE Advanced (LTE-A)	digitális, csomagkötésalapú	300–600 Mbit/s
4.5G	LTE Advanced Pro (LTE-AP)	digitális, csomagkötésalapú	1 Gbit/s



GSM/GPRS modulok az elkövetkező két évben piacra kerülő termékekhez, és LTE Modulok a távolabbi jövő alkalmazásaihoz

A GSM/GPRS az iparban széles körben elfogadott technológia, azonban ahogy már leírtuk nincs nagy jövője a következő 10-15 évben. Az LTE rendelkezik azzal az előnnyel, hogy a jövőbe tekint, azonban nem kompatibilis visszafelé a GSM/GPRS vagy UMTS technológiákkal, ami az elmaradottabb vidéki régiókban problémát jelent, valamint hátránya továbbá a magas modul ár is, mely a GSM modulokéhoz képest akár nyolcszoros is lehet.

A manapság elérhető 21 Mbps letöltési és 4,7 Mbps feltöltési sebességgel rendelkező modul változatok többnyire elegendőek, a felhasználónak kell eldöntenie, hogy a hangsúlyt a letöltési vagy a feltöltési gyorsaságára helyezi.

A biztonságtechnikai alkalmazásokban, a mérőberendezésekben és az ipari folyamatirányításban a tapasztalat alapján a feltöltés sebessége a meghatározó.

Figyelembe véve a tényt, hogy a múltban például hőmérsékleti adatok vagy állapotjelzések továbbítása esetén csak néhány bitet kellett átvinni, a 42,8 Kbps sebesség elegendő volt, a jövőben azonban sokkal nagyobb adatátviteli sebességekről kell beszélnünk. Az LTE szabvány esetén 300 Megabit/s letöltési, 50 Megabit/s feltöltési sebesség áll rendelkezésre. Egy klasszikus példa a a mindennapokból a babaőr (Babyphone) készülék.

Eleinte elég volt csak a hangátvitelt biztosítani, azonban később már videoszekvenciákat és szenzoradatokat is közvetíteni kellett a piacon maradáshoz.

Miután az IoT felhasználásoknál egy sor kommunikációnak kell zajlania a Cloud és a folyamatirányítás között, valamint a Firmware updatek is egyre komplexebbek lesznek, a feladatok bonyolultsága miatt ipari alkalmazásokban egyre szélesebb sávú technológiákra van szükség, a jövő útja az LTE alkalmazása felé vezet.

Ez nem csak az idei év barcelonai Wireless kongresszusának sztárelőadója, – aki már az ötödik generációs mérőkészülékeit mutatta be – szerint van így, hanem ezt tapasztaljuk vevőinkkel való egyeztetéseink során is.

A piac elvárása a modulgyártók irányába egyrészt az előző generációs (GPRS) készülékekkel való kommunikáció lehetőségének biztosítása, másrészt a működés közben elérhető szoftver erőforrások kihasználhatósága anélkül,

hogy a komplex hardver kialakítást meg kelljen változtatni. Egy másik érv a GSM/GPRS, Edge és UMTS modulokhoz való visszatéréshez elsősorban a vezérlés működési helytől való függetlenítése.

Figyelembevéve a tényt, hogy Európa elmaradottabb vidéki területein az LTE topológia jelenleg még nem mindenütt elérhető, ajánlott az LTE modulok mellett ezekhez a tartalék megoldásokhoz folyamodni, hogy az ipari irányítás mindenhol működőképes legyen az elkövetkező 2-5 évben is.

Az Fibocom által gyártott L8XX széria moduljai egészen GSM/GPRS-ig visszafelé kompatibilisek és 300 Mbps-ot is elérő letöltési sebességgel használhatók, és elegendő potenciállal rendelkeznek ahhoz, hogy egy jövőbeni felhasználáshoz hardver változtatások nélkül is megfelelőek legyenek.

Fontos elvi témaként merül fel az eszközök elérhetőségének kérdése hálózatkimaradás esetén.

2016 Márciusának elején például az egyik vezető mobilszolgáltató hálózata Németország nagyobb területein elérhetlenné vált. Azért, hogy ilyen esetekre is felkészüljünk, redundáns hálózati megoldást is be kell építeni a készülékekbe.

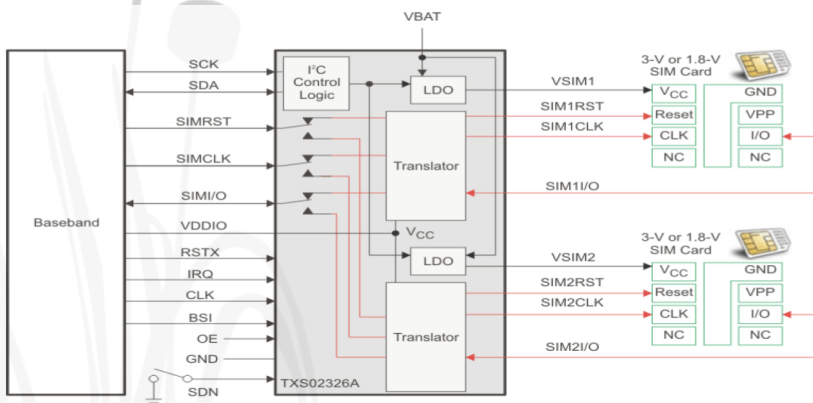
Két példa arra, hogy miként lehet ezt megvalósítani:

1/ A vezérlő egy épületben helyezkedik el és Ethernet csatlakozáson keresztül kommunikál:

A készülék a saját Ethernet kártyáján keresztül kommunikál a szerverrel. Ha ez a kapcsolat valamiért megszakad, akkor az LTE kártya automatikusan feléled és a vezetékmentes kommunikáció veszi át a kiesett Ethernet hálózat szerepét. Amint az Ethernet újra rendelkezésre áll, az LTE kártya kikapcsol és a rendszer újra Etherneten keresztül kommunikál.

2/ A vezérlő szabad téren működik, ahol nincs ethernet hozzáférés.

Ilyen esetben a modul 2 multiplexelt SIM kártya bemenettel rendelkezik, melyekbe más és más szolgáltató SIM kártyája kerül az alábbi ábra szerint:



A tényleges redundáns hálózati topológia megvalósításához ajánlott két független, akár különböző technológiával rendelkező (pl. UMTS és LTE) modul, különböző szolgáltatóktól származó SIM kártyával beépíteni. Ezzel a megoldással biztosíthatjuk, hogy az egyes hullámsávok vagy cellák kiesése miatt bekövetkező megszakítások esetén is online maradjon az eszköz.

Ez költségintenzívebb megoldás, a gyakorlatban inkább a multiplexelt SIM kártyákon alapuló változat terjedt el.

A modul lépésenkénti implementálása

Hardver

Hardveres szempontból a már beépített GSM/GPRS modulokhoz képest az LTE modulok különbözőképpen viselkednek. Amíg az előbbieknél a host-mikrokontroller UART-on keresztül kapcsolódik a hardverhez, addig LTE modulok esetén ajánlatos az alkalmazás host USB interfészét használni. Ez többek között azzal az előnnyel jár, hogy nem lesz fennakadás a készülék mikrovezérlője és a modul közötti adatkommunikációban. Indokolt az antennához futó 50 Ohmos szalagkábel használata, valamint az LTE modultól a SIM tartóhoz futó adatvezeték hosszának legfeljebb 100 mm-en tartása.

További fontos feladat a megfelelő tápellátás biztosítása, ajánlott a modulgyártó előírásaihoz ragaszkodni.

Ha a modul tápellátásának szintjét éppen a minimális követelményhez igazítjuk, előfordulhat, hogy a cellalekérdezés közben, ahol a modul akár 1,8A-t is fogyaszthat, a modul teljesen lemeríti a készülék akkumulátorát. Ez a veszély főleg az olyan régiókban jelentkezik, ahol rossz a hálózati lefedettség, mivel itt a cellalekérdezés ennek megfelelően több időt vesz igénybe, mialatt a modul felcsatlakozik a hálózatra.

A nyomtatott áramköri lemez nagyfrekvenciás részén minden testelés azonos potenciálon kell, hogy legyen. Ajánlatos négyrétegű áramköri panelt használni és ügyelni kell arra, hogy a DC/DC konverterek, a kapcsolóüzemű tápegység IC-k valamint az egyéb vezetékmentes kommunikációs modulok (WLAN, bluetooth) amennyire csak lehet távol helyezkedjenek el az LTE Modultól.

Szoftver

Ami a szoftvert illeti a GPRS, GSM és LTE alkalmazás specifikus AT parancsai eltérőek, míg a standard AT parancsok, mint például a hálózati paraméterek (AT+MCELL), a jelerősség (AT+CSQ), és a szolgáltatói információk (AT+COPS) lekérésének parancsai egyformák.

Ajánlott a szoftverfejlesztés kezdetekor kiválasztani a fejlesztői környezetet, ez amelelt, hogy a fejlesztőnek időt spórol meg, nagyon költséghatékony is.

Az első lépésben a PC és a modul

fejlesztői paneljének kapcsolatát hozzuk létre RS232 soros porton keresztül a SUB D9 csatlakozó használatával.

Ezen a módon elkerülhetjük az esetleges USB meghajtók telepítése körüli hibákat. Az LTE Modulok közül néhányra jellemző, hogy ha nem kapnak az UART interfészen keresztül 5 másodpercig jelet, akkor alvó módba mennek. Ez kikapcsolható egy AT paranccsal, mely beíródik az E2Prom-ba, és a a következő indításnál már nem lesz probléma.

Az AT parancsok beviteléhez terminál emulátor program alkalmazására van szükség, mint pl a Hyperterminal a TeraTerm, vagy a PuTTY.

A Hyperterminalnál lehetőségünk van az adatfolyam áttekintésére a „Send and Enter” funkció által.

A TeraTerm a kezelése még egyszerűbb. Amint a megfelelő Baud RATE beállítás megtörtént (LTE Moduloknál 115200 Baud) és a megfelelő soros ComPort kiválasztásra került, azonnal indulhat a munka. A TeraTerm apró hibája, hogy a program a numerikus billentyűzetet nem kezeli.

Miután az első lépéseket sikeresen végrehajtottuk, ajánlott a modul USB meghajtójának installálása, hogy alkalmazásközben tudjuk fejleszteni a szoftverünket. Végül behelyezzük a SIM kártyát a megfelelő modullal felszerelt kártyába, melyet a demo kit alaplapjához csatlakoztatunk. Nagyon fontos, hogy leválasszuk a demo kit tápellátását biztosító tápegységet, mert a modult

tartalmazó kártya a MicroUSB2.0 vagy USB3.0 csatlakozásán keresztül a tápellátást is megkapja.

Ezek után a terminálprogramon keresztül tudjuk a modult a megfelelő AT parancsokkal működtetni.

A következő lépésben a modult tartalmazó kártyát is levesszük az alaplapról és a megfelelő jumpereken keresztül illesztjük a saját alkalmazásunkhoz. Ily módon meggyőződhetünk arról, hogy a modul megfelelően működik és kiküszöbölhetjük az esetleges szoftver hibákat is.

Amikor készen van a végleges alkalmazás NYÁK terve, lehetőség van ennek további optimalizálására. a tervet az Endrich alkalmazástechnikai mérnökei a gyártóval karöltve áttekintik és változtatási javaslatokat tesznek. Természetesen ezt megelőzően lehetőség van titoktartási megállapodás kötésére (NDA), hogy a vevő biztonsági elvárásainak maximálisan megfeleljünk.

