

به نام خدا

**تکنولوژی سیمکارت های الکترونیکی با معماری CAT M1**  
**CAT M1 architected with E-SIM technology**

**Directed by Aria Rahmani**

تهیه شده توسط آریا رحمانی

**2018-1397**

## فهرست

3.....	مقدمه
4.....	تکنولوژی CAT=M1
11.....	صنعت اینترنت اشیا
14.....	تکنولوژی e-sim
15.....	استفاده در صنعت تلفن همراه
17.....	ماژول های ارتباطی
19.....	امواج ارتباطی
22.....	منابع

## مقدمه

در این مقاله سعی بر تحقیقات در زیرساخت ارتباطی تلفن همراه و صنعت اینترنت اشیا تا به تکنولوژی کنونی، با جمع آوری مطالب و ترجمه از معتبرترین منابع موجود، در این زمینه خدمت تمام علاقه مندان ارائه شود.

در قرن 21 و آینده ی نزدیک؛ قرن 22 انسان قدم بر استفاده بیش از 20 درصد نیازهای روزمره و نیازهای خود در زمینه ارتباطی، آموزشی، تحقیقاتی و... در تکنولوژی IOT یا internet of thing بر بستتر ارتباطی امواج وایرلس، بلوتوث، zigbee، RFID و... به صورت گجت یا دیوایس های پوشیدنی با اندازه های کوچک و بزرگ سعی بر استفاده از این ابزارها دارد، مانند:

ساعت های هوشمند- مودم های هوشمند- اسمارت فون های نوین و گجت های متصل شونده به تلفن همراه یا سیستم های کامپیوتری

در این مقاله خواهیم آموخت که این تکنولوژی های نوین در بستر ارتباطی کنونی چه ویژگی هایی خواهند داشت و با بررسی مراحل پیکربندی و تولید ابزار و دیوایس های نامبرده ، می توان با دید و نگرش باز به استقبال این تجهیزات برویم.

- تکنولوژی CAT M1 چیست و کاربرد آن در این صنعت چیست؟

- نحوه ارتباط این تکنولوژی با زیرساخت تلفن همراه چگونه مورد بررسی قرار خواهد گرفت؟

برای یافتن پاسخ این سوالات به ادامه مطالب می پردازیم.

## تکنولوژی CAT-M1

LTE Cat M1 یک تکنولوژی جدید سلولی است که به طور خاص برای نیازهای برنامه های کاربردی مورد استفاده قرار می گیرد که هدف قرار دادن ارتباطات اینترنتی (IoT) یا دستگاه با ماشین به صورت (M2M) است.

قابلیت های جدید در تلفن همراه چیست؟

فن آوری هایی مانند NB-IoT و LTE Cat-M1 در مقایسه با فن آوری های قدیمی مانند GPRS، UMTS / HSPA برای کنترل بهتر ارتباطات اینترنت تلفن همراه برای اجرای برنامه های ارائه شده برای اینترنت اشیا.

در تلفن همراه متصل به یکی از شبکه های رادیویی که شامل (2G، 3G، 4G) با اتصال و ارتباط ماژولهای Chipset Base Base Radio، Firmware و UICC بستر ارتباطی ما را با اپراتورهای سرویس دهنده پیوند میدهند.

ارتباطات ماژول Firmware : قابلیت این ماژول ارتباطی که API را فراهم می کند تا به برنامه های دیوایس های IoT و رادیویی را کنترل می کند  
Chipset Radio Baseband : عملکرد این قطعه در ارتباطات ماژول ها باهم را فراهم می سازد، که اتصال به شبکه موبایل نیز شناخته می شود.  
UICC – کارت هوشمند استفاده شده توسط یک شبکه تلفن همراه به دستگاه های تأیید هویت برای اتصال به شبکه تلفن همراه و دسترسی به خدمات شبکه سرویس دهنده میشود که ما به نام سیم کارت میشناسیم.  
سیم کارت تشکیل شده از مدار I/O و چیپست ذخیره اطلاعات با رمزنگاری الگوریتم SRES 128bit دیتا های ورودی را رمزنگاری و رمزگذاری میکند.  
سیم کارت های USIM نقش مهمی را در بستر ارتباطی شبکه های LTE مبتنی بر مولفه ی رادیویی خاص در بستر IP با پروتکل های SGSN/GGSN برای برقراری ارتباط اینترنتی تلفن همراه ما دارند.

## تفاوت CAT-M1 با CAT-NB1

APT - Adaptive Power Control برای صرفه جویی در مصرف انرژی  
Cat-NB1 (>100 کیلو بیت بر ثانیه) – Cat-M1 (>375 کیلو بیت بر ثانیه)

امنیت بالاتر

سرعت عملکرد بهتر

## LTE Cat M1 چیست؟

LTE Cat M1 رابط کاربری شبکه گسترده با وسعت کم (LPWA) است که به ما امکان اتصال دستگاه های IoT و M2M با سرعت متوسط داده را می دهد (بارگذاری و سرعت دانلود 375 کیلوبایت در ثانیه در حالت های HALF DUPLEX و FULL DUPLEX). این باعث می شود عمر طولانیتری از باتری ، در مقایسه با فن آوری های سلولی استاندارد مانند 3G، G2، یا LTE Cat 1. ویژگی های کلیدی عبارتند از:

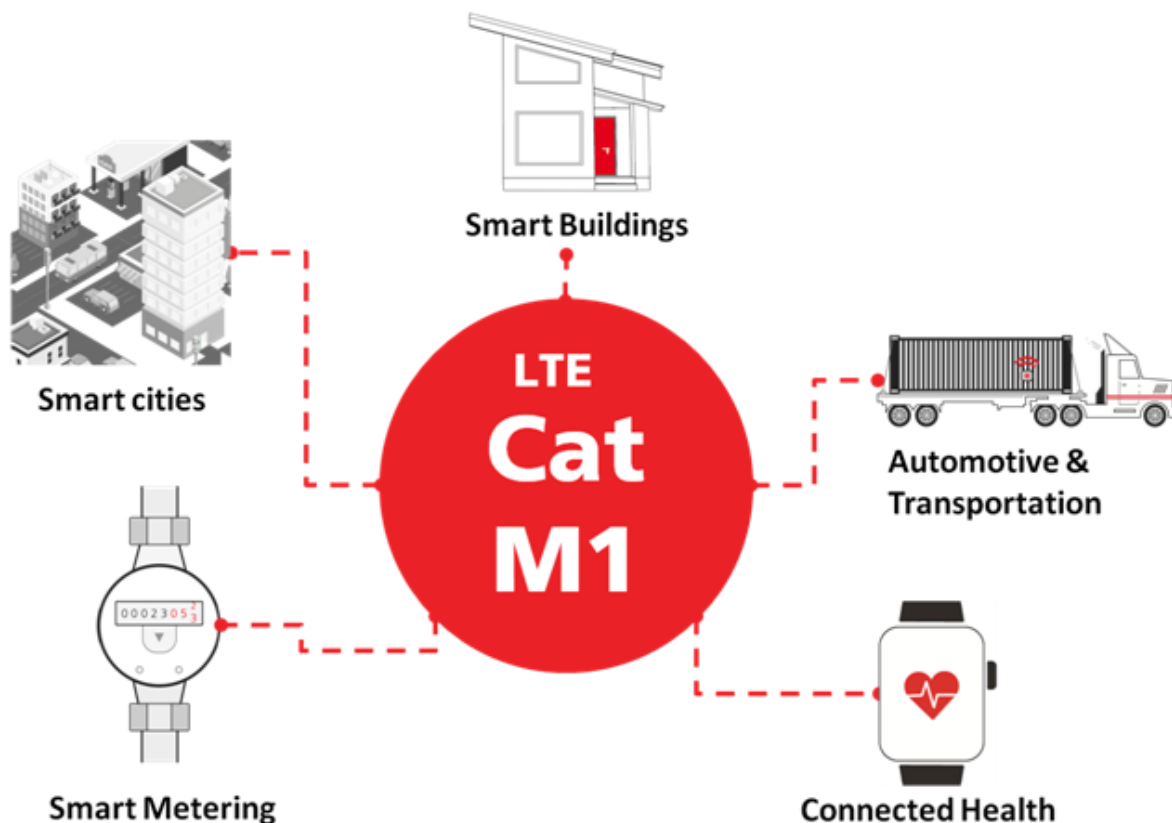
پشتیبانی از قابلیت های صوتی از طریق VoLTE  
تحرک کامل و دستیابی به وسیله نقلیه  
مصرف برق کم  
محدوده درون ساختمان توسعه یافته است

	Release/Category			
	Release 8	Release 12	Release 13	Release 13
	Cat-4	Cat-M	Cat-M	NB-IoT
Max. system bandwidth	20MHz	20MHz	1.4MHz	200kHz
Downlink peak rate	150 Mbit/s	1 Mbit/s	1 Mbit/s	~200kbit/s
Uplink peak rate	50 Mbit/s	1 Mbit/s	1 Mbit/s	~200kbit/s
Duplex	Full duplex	Half duplex	Half duplex	Half duplex
Number of antennas	2	1	1	1
Transmit power (UE)	23dBm	23dBm	20dBm	23dBm
Estimated modem complexity	100%	40%	20%	<15%

## u-blox – یک رهبر اولیه در تکنولوژی Cat M1

در u-blox، ما با اپراتورهای پیشرو LTE Cat M1 آشنا می شویم تا مازول های Cat M1 را که نیازهای شبکه خود را برآورده می کنند، بسازیم.

همکاری نزدیک با Verizon Wireless در آماده سازی شبکه LTE Cat M1 خود را با SARA-R4، در کوچکترین مازول LTE Cat M1 با پشتیبانی از آزمایش های اولیه و توسعه انواع تنظیمات محصول پیش از دیگر MNO Cat M1 راه اندازی می شود.



## استفاده از این تکنولوژی در خودروها

LTE Cat M1 از انتقال وسیله نقلیه به سلول های شبکه به طور کامل انتقال می یابد و بنابراین برای موارد استفاده از تلفن همراه با نیازهای کم: سرعت داده، مانند ردیابی وسایل نقلیه، ردیابی دارایی، مخابرات، مدیریت ناوگان و بیمه مبتنی بر استفاده مناسب است. .

## اندازه گیری هوشمند

CAT M1 همچنین ایده آل برای نظارت بر اندازه گیری و برنامه های کاربردی از طریق انتقال داده های منظم و کوچک است. پوشش شبکه یک مسئله کلیدی در برنامه ریزی سنجش هوشمند است. از آنجا که متر معمولاً در داخل ساختمان ها یا زیرزمین واقع می شود، دامنه گسترده ای از Cat M1 منجر به پوشش بهتر در مناطق سخت گیر می شود.

## ساختمان هوشمند

Cat M1 به راحتی می تواند قابلیت های مدیریت ساختمان اولیه، مانند سیستم های تهویه مطبوع، نورپردازی و کنترل دسترسی با محدوده درونی خود را افزایش دهد. از آنجایی که این ویژگی همچنین دارای ویژگی های صوتی از طریق VoLTE است، همچنین برای برنامه های مهم مانند سیستم های امنیتی و پانل های هشدار مناسب است.



# استفاده هوشمند در صنعت پزشکی

با توجه به گستره وسیعی که در ساخت و ساز، پشتیبانی صوتی و تحرک وجود دارد، Cat M1 همچنین یک انتخاب رابط هوا مناسب برای برنامه های بهداشتی متصل است، مانند نظارت سرپایی و راه حل های اقامت در محل.

## شهرهای هوشمند

در شهر های هوشمند، Cat M1 می تواند نیازهای مختلف را برآورده کند و به طور موثر کنترل روشنایی خیابانی را انجام دهد، برنامه های مدیریت زباله را شناسایی کند، فضاهای پارکینگ رایگان را شناسایی کند، شرایط محیطی را نظارت کند، و وضعیت جاده ها را طی یک میلی ثانیه بررسی کند.



## NB-IoT / Cat-M2

NB-IoT (همچنین Cat-M2 نامیده می شود) یک هدف شبیه به Cat-M دارد؛ با این حال، به جای رادیو LTE از مدولاسیون DSSS استفاده می کند. بنابراین، NB-IoT در گروه LTE کار نمی کند، به این معنی که هزینه های پیشنهادی برای ارائه دهندگان NB-IoT بالاتر است.

با این حال، NB-IoT به عنوان گزینه بالقوه ارزان تر شناخته می شود، زیرا نیاز به GATEWAY را از بین می برد. دیگر زیرساخت ها معمولاً GATEWAY هستند که اطلاعات سنسور را جمع می کنند و سپس با سرور اصلی ارتباط برقرار می کنند. (توضیح عمیق تر دروازه ها). با این حال، با استفاده از NB-IoT، اطلاعات سنسور به طور مستقیم به سرور اولیه ارسال می شود. به همین دلیل، Huawei، Ericsson، Qualcomm و Vodafone به طور فعال در برنامه های تجاری NB-IoT سرمایه گذاری می کنند. Sierra Wireless پیش بینی می کند که تا پایان سال 2018، NB-IoT و LTE-M در بسیاری از مناطق جهان در دسترس خواهند بود.



**eMTC Cat-M1**  
Optimizing for the broadest range of IoT applications with VoLTE & mobility support



**NB-IoT Cat-NB1**  
Providing extreme optimizations for low-throughput, delay-tolerant IoT use cases

**LTE IoT:** complementary narrowband technologies for low-power, wide-area IoT use cases

## اینترنت اشیا یا INTERNET OF THINGS

کوین اشتون، یکی از بنیانگذاران مرکز خودکار شناسایی در MIT، ابتدا از اینترنت در مورد معرفی محصولات خود به P & Procter (G & Gamble) در سال 1999 سخن گفت. با توجه به این که G & P اشتون در سخنرانی خود، "اینترنت چیزها" را به نام "رهبری عالیرتبه" نام نهاد تا روند جدید و جدیدی از 1999 را به کار گیرد: اینترنت. کتاب Nil Gershenfeld، استاد نیل گرسنفلد، هنگامی که چیزها شروع به فکر می کند، همچنین در سال 1999 ظاهر می شد، از اصطلاح دقیق استفاده نمی کرد، اما دید کلی را در مورد جایی که IoT به سر می برد، ارائه کرد.

IoT از همگرایی فن آوری های بی سیم، سیستم های میکرو الکترومکانیکی (MEMS)، سرویس های میکروسکوپی و اینترنت تکامل یافته است. همگرایی به تجزیه سوله ها بین تکنولوژی عملیاتی (OT) و فناوری اطلاعات (IT) کمک کرده است و داده های تولید شده توسط ماشین سازی بدون ساختار را قادر می سازد تا بینش ها را برای پیشرفت در نظر بگیرند.

اگر چه Ashton اولین اشاره به اینترنت از چیزها بود، ایده دستگاه های متصل شده است از دهه 1970، تحت اینترنت تعبیه شده و محاسبات فراگیر است.

برای مثال، اولین دستگاه اینترنت، یک دستگاه COKE در دانشگاه کارنگی ملون در اوایل دهه 1980 بود. با استفاده از وب، برنامه نویسان می توانند وضعیت دستگاه را بررسی و تعیین کنند که آیا آنها می توانند یک نوشیدنی سرد در انتظار آنها باشند یا باید تصمیم بگیرند که سفر را به دستگاه انجام دهند.

IoT از ارتباطات دستگاه به ماشین (M2M)، یعنی ماشینهای اتصال به یکدیگر از طریق شبکه بدون تعامل انسان تکامل یافته است. M2M اشاره به اتصال دستگاه به ابر، مدیریت آن و جمع آوری داده ها است.

با استفاده از M2M به سطح بعدی، IoT یک شبکه حسگر میلیاردی دستگاه هوشمند است که افراد، سیستم ها و برنامه های کاربردی دیگر را برای جمع آوری و اشتراک گذاری داده ها متصل می کند. به عنوان پایه و اساس آن، M2M ارتباطی را فراهم می کند که IoT را قادر می سازد.

اینترنت چیزها نیز گسترش طبیعی SCADA (کنترل نظارت و کسب اطلاعات)، یک دسته از نرم افزار برنامه کاربردی برای کنترل فرآیند، جمع آوری داده ها در زمان واقعی از مکان های از راه دور به کنترل تجهیزات و شرایط است. سیستم های SCADA شامل قطعات سخت افزاری و نرم افزاری هستند. سختافزاری اطلاعات را به رایانه منتقل می کند که دارای نرم افزار SCADA است و پس از آن پردازش شده و به موقع ارائه می شود. تکامل SCADA چنین است که سیستم های SCADA در اواخر نسل به سیستم های IoT نسل اول تبدیل شدند.

## مزایای IoT

اینترنت چیزها مزایای زیادی را برای سازمان ها ارائه می دهد و آنها را قادر می سازد تا:

فرایندهای کلی کسب و کار خود را نظارت کنید؛  
تجربه مشتری را بهبود بخشد  
صرفه جویی در وقت و پول  
افزایش بهره وری کارکنان؛

ادغام و سازگاری مدل های کسب و کار؛  
تصمیمات کسب و کار بهتر را اتخاذ کنید و  
درآمد بیشتری کسب کنید.

IoT شرکت ها را تشویق می کند تا راه هایی را که به کسب و کار، صنایع و  
بازارشان می آیند بازنگری کنند و به آنها ابزارهایی برای بهبود استراتژی های  
کسب و کار خود بدهند.

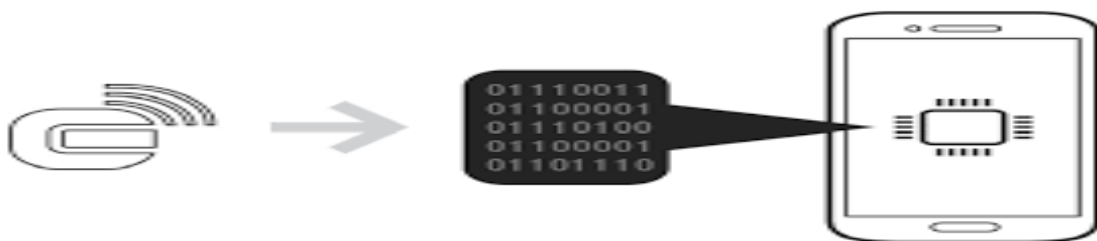
## آینده IoT

کمیسیون برآوردهای بازار IoT وجود ندارد. مثلاً Bain & Company انتظار دارد  
درآمد سالانه IoT سخت افزار و نرم افزار تا سال 2020 بیش از 450 میلیارد  
دلار باشد. براساس پیش بینی های McKinsey & Company، IoT تا سال  
2025 یک تاثیر 11.1 تریلیون دلاری خواهد داشت. IHS Markit معتقد است که  
تعداد دستگاه های IoT متصل شده 12٪ سالانه افزایش خواهد یافت تا سال  
2030 به 125 میلیارد برسد. گartner معتقد است که تا سال 2020، 20.8 میلیارد  
موارد متصل به مجموع، در مجموع استفاده خواهد شد



## تکنولوژی E-SIM

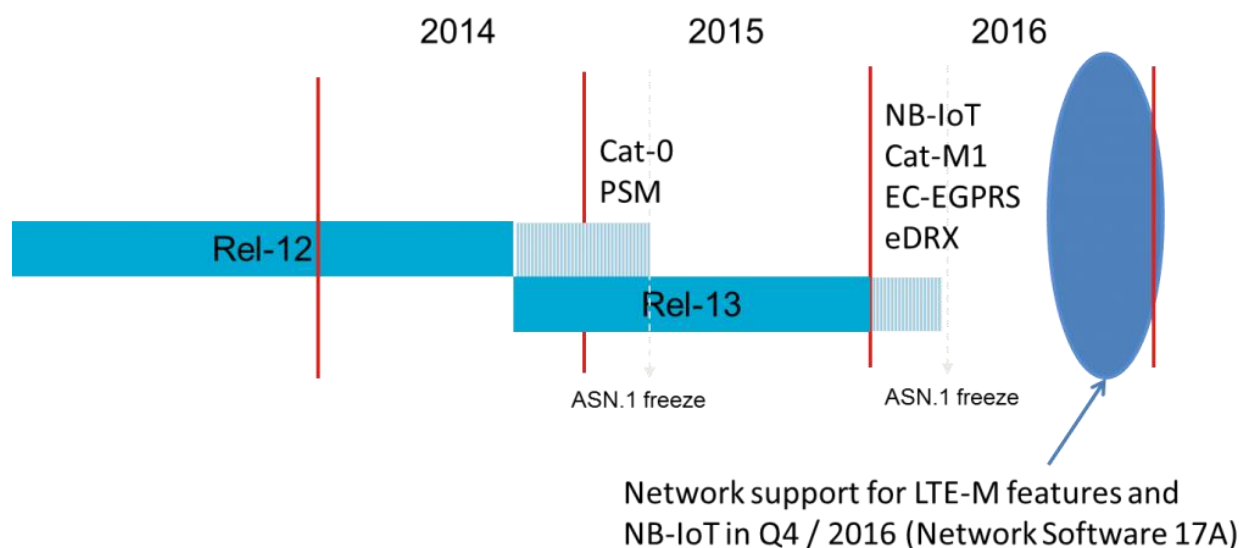
سیم کارت eSIM برای نسل بعدی تلفن های هوشمند، طبق یک مشخصات جهانی توسط GSMA است که امکان ارائه سیم کارت از راه دور هر دستگاه تلفن همراه را فراهم می کند. در حال حاضر کاربران اجازه می دهد تا به طور همزمان چندین کاربر اپراتور را بر روی یک دستگاه ذخیره کنند و بین آنها را از راه دور سوئیچ کنند، که می تواند در یک زمان استفاده شود. این مشخصات در حال حاضر به طیف گسترده ای از دستگاه ها گسترش می یابد. تولید کنندگان و اپراتورها هم اکنون می توانند مصرف کنندگان را قادر به انتخاب اپراتور از انتخاب خود و سپس برنامه های ارتباطی با امنیت بالا را در هر دستگاه را دانلود کنید. تنظیم مقررات به معنای پشتیبانی از دستگاه های بسیار کوچک است. اولین محصولات در حال حاضر به بازار عرضه می شود و ما می توانیم انتظار داشته باشیم که بسیاری از راه اندازی های جدید را در سال 2018 ببینیم: اکنون اتصال تلفن های همراه به دستگاه های مانند تبلت، ساعت هوشمند، باند های آمادگی جسمانی، سیستم های بهداشتی قابل حمل و سایر دستگاه های دیگر تنها مشخصات تلفن همراه از راه دور پشتیبانی شده از تلفن همراه برای دستگاه های مصرف کننده است. این رویکرد جهانی، اینترنت را از طریق تولیدکنندگان اجازه می دهد تا طیف جدیدی از محصولات را برای استقرار جهانی بر اساس این معماری SIM با معماری تعبیه شده، رشد دهند. مزایای مصرفی عبارتند از: تنظیم ساده دستگاه بدون نیاز به وارد کردن یا جایگزینی سیم کارت به سهولت پس از ثبت کد IMEI و شناسایی اپراتور مورد نظر شبکه ارتباطی تلفن همراه یا دستگاه های هوشمند خود را برقرار کنید.



## استفاده در صنعت تلفن همراه

EC مخفف گسترده است. EC-GSM یک شبکه GSM بهینه سازی IoT است، که پروتکل بی سیم 80 درصد از تلفن های هوشمند جهان از این متد استفاده می کنند. همانطور که اشاره شد، EC-GSM می تواند در شبکه های GSM موجود گسترش یابد - مزیت بزرگی از لحاظ عملی و مدولار بودن، از آنجا که یک قطعه نرم افزاری امکان اتصال EC-GSM را در شبکه های G2، 3G و 4G فراهم می کند. EC-GSM همچنین دارای موارد استفاده خاص در مناطق غربی غربی مانند مالزی و کشورهای آفریقایی و خاورمیانه است و 2G همچنان یک استاندارد محبوب است. به نقل از اریکسون، اینتل و ... گفته شده است که آزمایش های مکرر به روز در EC-GSM در اوایل سال جاری انجام شده است. EC-GSM، با این حال، BUZZ در این عرصه گام برداشته است هرچند به اندازه Cat-M یا NB-IoT نیست.

نمونه تست این متد در سال های اخیر





## مزیت های این تکنولوژی در عرصه تلفن همراه

در خانه ها، اتومبیل ها و دستگاه های شخصی هزینه های آن را کاهش می دهد و باعث رشد می شود. این باعث توسعه محصولات جدید و حتی صنایع جدید می شود. مودم Cat M1 صرفه جویی انرژی از IoT سلولی (ایترنت اشیا) است.

تا به حال، دستگاه های اتصال به IoT از طریق شبکه تلفن همراه مجبور به استفاده از مودم های که برای ارتباط برنامه های صوتی و گوشی های هوشمند ساخته شده است، مورد استفاده قرار گیرند. آنها پرهزینه هستند و ساخته شده برای پهنای باند بالا که گوشی های هوشمند نیاز دارند.

هزینه عملیات و تأمین آن مودمهای بازپرداخت شده، آنها را برای بسیاری از توسعه دهندگان دستگاه های IOT که محصولات آنها به طور معمول نیازهای پهنای باند نسبتاً متوسط دارند، از دست می دهند. و از آنجا که بسیاری از دستگاه های IoT نیاز به مراقبت ندارند، گاهی اوقات در مکان های از راه دور که شبکه برق در دسترس یا غیر استفاده است، هیچ راهی موثر برای حفظ آنها وجود ندارد.

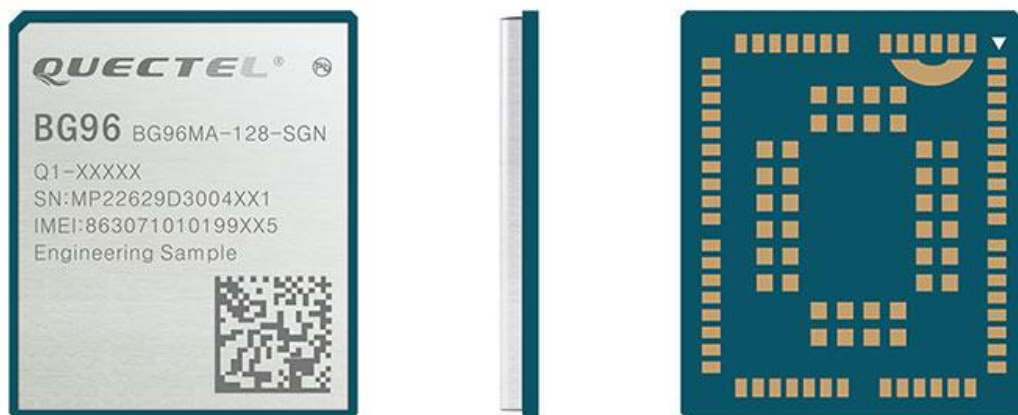
ارائه دهندگان شبکه تلفن همراه با توسعه LTE Cat M1 به این امر پرداختند که این سرویس از پهنای باند کوچکی در شبکه امن و قابل اعتماد LTE استفاده می کند که تقریباً در همه جا قابل دسترس است. از آنجایی که مودم Cat M1 نیاز به

پشتیبانی از پهنای باند کمتری دارند، در حالی که از ویژگی های مدرن LTE استفاده می کند، هزینه آنها کم است. این ویژگی بسیار مهم است، زیرا در حالی که اکثر ما فقط یک گوشی هوشمند داریم، برنامه های IoT معمولاً شامل ده ها، صدها یا هزاران دستگاه می شوند. و به این دلیل که مودم Cat M1 نیاز به برق کمتری دارد، دستگاه ها اجازه می دهند که با استفاده از انرژی خورشیدی یا باتری ها کار کنند، در برخی از برنامه ها سال ها بدون شارژ استفاده میشوند.



بر خلاف گزینه های IoT سلولی بالا، 5G هنوز رسماً تعریف نشده است. شبکه نسل بعدی نسل NGMN = Mobile Networking Alliance برای مشخص کردن مشخصات آن 40 برابر سریعتر از 4G است و در حال پشتیبانی از 1 میلیون اتصال در هر کیلومتر مربع است. 5G در حال حاضر امکان پهنای باند بالا، برنامه های کاربردی با سرعت بالا و همچنین پخش مدیاهای با کیفیت فوق العاده 4K & 8K دارد.

## ماژول های ارتباطی



### BG96

مجموعه ای از ماژول LTE Cat M1 / Cat NB1 / EGPRS است که حداکثر سرعت داده را از Downlink 375Kbps و Uplink 375Kbps ارائه می دهد. این ویژگی مصرف فوق العاده کم مصرف دارد و سازگاری بین به بین با ماژول Quectel LTE EG91 / EG95، گره NB1 (NB-IoT) BC95، ماژول UGTS / UG95 / UG96 و GSM / GPRS M95 را فراهم می کند.

با استفاده از مقیاس SMT مقرون به صرفه از  $26.5 \text{ mm} \times 22.5 \text{ mm} \times 2.3 \text{ mm}$  و سطح یکپارچه سازی بالا، BG96 integrators و توسعه دهندگان را قادر می سازد به راحتی برنامه های کاربردی خود را طراحی و استفاده از مصرف کم انرژی ماژول و شدت مکانیکی. بسته پیشرفته LGA این اجازه می دهد تا به طور کامل تولید خودکار برای برنامه های کاربردی با حجم بالا.

یک مجموعه غنی از پروتکل های اینترنت، رابط های استاندارد صنعت (USB / UART / I2C / Status Indicator) و ویژگی های فراوان (درایور های USB برای ویندوز 8/7 / 8.1 / 10، لینوکس و اندروید) قابلیت استفاده از ماژول را به یک وسیع محدوده برنامه های M2M مانند POS، POS، اندازه گیری هوشمند، ردیابی و غیره

- LTE Cat M1 و گره NB1 و EGPRS ماژول با مصرف بسیار کم مصرف
- شکل فشرده SMT ایده آل برای برنامه های اندازه گیری محدود با فضای تنگ
- مهاجرت آسان از GSM / GPRS، ماژول های UMTS / HSPA و LTE
- مشخصات فوق العاده باریک در بسته LGA
- سریع زمان به بازار: طراحی مرجع، ابزار ارزیابی و پشتیبانی فنی به موقع به حداقل رساندن طراحی در زمان و تلاش های توسعه است
- نصب و استقرار قوی و رابط



## امواج ارتباطی

همانطور که می بینیم، Cat M-1 دارای مزیتی در سرعت حداکثر داده ها و همچنین زمان به بازار است، در حالی که NB-IoT دارای انعطاف پذیری بیشتری در طیفی است که می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

Parameter	CAT-M1 (CAT-M)	NB-IoT
Bandwidth	1.4MHz	200KHz
Modes of Operation	In-band	In-band, Guard-band, standalone (GSM bands)
Duplex Mode	HD-FDD / FDD / TDD	HD-FDD (TDD under discussion)
Peak Data Rate	375Kbps (HD-FDD), 1Mbps (FDD)	~50kbps for HD-FDD (not decided yet in 3GPP)
UL Transmit Power	23dBm 20dBm	23dBm, lower power under discussion
VoLTE support	Will be supported	Not supported
Mobility support	Full mobility support	No connected mobility (only idle mode reselection)
TTM	6-9 month advantage (estimated)	Standard is not finalised yet  Some aspects postponed to R14

البته، پارامترهای کلیدی که اکثر ارائه دهندگان علاقه دارند عبارتند از عملکرد، هزینه و قدرت. در حال حاضر ادراک بازار این است که NB-IoT پوششش بهتر، مصرف برق پایین تر را فراهم می کند و به طور قابل توجهی کم هزینه تر است. با این حال، نگاه دقیق تر و دقیق تر به داده ها نشان می دهد که این واقعیت فنی

نیست. Itay Lusky، مدیر ارشد بازاریابی استراتژیک در Altair Semiconductor، می گوید: "اجازه دهید به این 3 KPI مهم از نظر فنی بپردازیم."

#### کارایی

حداکثر از دست دادن اتصال (MCL) به عنوان حداکثر تلفات کل کانال بین اپراتورهای کاربر (UE) و eNodeB (eNB) آتن های که در آن سرویس داده هنوز هم می تواند تحویل داده شود تعریف شده است. عملاً، آن را شامل دستاوردهای آتن، از دست دادن مسیر، سایه و هر گونه اختلال دیگر. MCL بالاتر، لینک قوی تر است.

طبق گفته GPP3، MCL برای CAT-M1 155.7 دسی بل است و NB-IoT 164 دسی بل است که تفاوت فوق العاده ای بیش از 8 دسی بل است. در سطح، این نشان دهنده یک مزیت قابل توجه برای عملکرد NB-IoT است. با این حال، این به عنوان تعجب آور است، زیرا با توجه به نظریه شانون، ظرفیت تقریبی SNR کم است، اگر پهنای باند سفید باشد، مستقل از پهنای باند است.

در نتیجه، انتظار داشتیم:

پوشش مشابه در uplink با فرض همان انتقال قدرت کل  
eNB (x6 ~ 8dB) پوشش بهتر CAT-M1 در downlink به عنوان ورودی و ورودی eNB انرژی سیگنال x6 بزرگتر به علت پهنای باند بیشتر استفاده می شود  
در واقع، یک نگاه دقیق تر به تعریف سناریوی مرجع، نشان می دهد که MCL در دو استاندارد با استفاده از قدرت انتقال مختلف، شکل نويز و پیش فرض های توان مصرفی تعیین شده است، و آن را یک مقایسه ناهموار می کند. این را می توان در زیر جدول دیده می شود.

در نتیجه، انتظار داریم:

پوشش مشابه در uplink با فرض همان انتقال قدرت کل

8dB ~ x6 پوشش بهتر CAT-M1 در downlink به عنوان ورودی ورودی eNB انرژی سیگنال x6 بزرگتر به علت پهنای باند بیشتر استفاده می شود در واقع، یک نگاه دقیق تر به تعریف سناریوی مرجع، نشان می دهد که MCL در دو استاندارد با استفاده از قدرت انتقال مختلف، شکل نویز و پیش فرض های توان مصرفی تعیین شده است، و آن را یک مقایسه ناهموار می کند. این را می توان در زیر جدول دیده می شود.

	CAT-M1		NB-IoT	
References	3GPP 36.888, RP-150492		3GPP 45.820 7A	
	Downlink	Uplink	Downlink	Uplink
Tx Power	46dBm/9MHz	23dBm	43dBm/180kHz	23dBm
Noise Figure	9dB	5dB	5dB	3dB

منابع:

**UL-BOX .CO**

**Quectel .CO**

**lotforall**

این مقاله صرفاً جهت اطلاع رسانی این تکنولوژی به علاقه مندان در این عرصه ارائه شده است، و تقدیم میشود به تمامی دانشجویان و علاقه مندان به تکنولوژی

## **IOT و LTE CAT M1**

با ذکر صلوات جهت تعجیل در فرج قطب عالم امکان حضرت صاحب الزمان عج

آریا رحمانی: محقق و کارشناس شبکه های زیرساخت و ارتباطات نوین

ایمیل ارتباطی:

[Anc.2018official@gmail.com](mailto:Anc.2018official@gmail.com)

با تشکر از مطالعه و توجه به این مقاله.