

## تاریخچه سیستم های ارتباطی سیار :

اولین نسل از سیستم های ارتباطی سیار در سال ۱۹۸۰ به جهان معرفی شد که این سیستم ها آنالوگ بودند. این سیستم ها که هنوز در برخی از نقاط دنیا استفاده می شوند توانایی چندانی در انتقال داده های کاربران ندارند. دومین نسل از سیستم های سیار شامل GSM, CDMAone, IS-136 بودند. این سیستم ها دیجیتال هستند و دارای گستره محدودی از توانایی های انتقال داده هستند. به عنوان مثال GSM از انتقال SMS پشتیبانی می کند و داده های کاربران را با نرخ 9.6kb/s انتقال می دهد. در سال ۱۹۹۷ برای فراهم کردن انتقال داده مبتنی بر سوئیچینگ بسته در GSM، فناوری جدیدی به وجود آمد که GPRS نامیده شد. در حقیقت GPRS جزء نسل 2.5 سیستم های ارتباطی همراه محسوب می شود که میتواند حداکثر نرخ انتقالی در حدود 171kb/s را فراهم کند. برای رسیدن به یک بازدهی قابل قبول و خدمات بیشتر به مشتریان، نسل سوم 3G سیستم های ارتباطی سیار در سال ۲۰۰۰ پایه ریزی شد. این سیستم ها قابلیت انتقال مولتی مدیا، ایجاد ویدئوکنفرانس و قابلیت استفاده کامل از اینترنت با سرعت بالا را دارا می باشند. این سیستم ها از نرخ انتقال داده ای در حدود 2Mb/s برخوردار هستند. فناوری 3G در کشورهای مختلف با هم فرق می کند مثلاً در اروپا و آمریکای شمالی بیشتر از UMTS استفاده می شود در حالی که در ژاپن از WCDMA استفاده می شود. فناوری cdma2000 نیز در برخی از کشورها در حال استفاده است. البته نسل 3.5 مانند HSDPA و نسل چهارم مانند UMB در راه هستند که هنوز به طور کامل استاندارد سازی نشده اند. ما در این مقاله قصد داریم فناوری GPRS را شرح دهیم ولی چون GSM پایه GPRS است، ابتدا توضیح مختصری درباره GSM می دهیم سپس به تشریح کامل GPRS می پردازیم. در پایان نیز شرح کوتاهی درباره WCDMA که یکی از فناوری های نسل سوم است ارائه می شود.

## شبکه GSM :

### ویژگی های عمومی :

در حال حاضر شبکه های مختلفی در دنیا از استاندارد GSM استفاده می کنند که به شرح زیر می باشد :

۱- GSM-900 در اروپا و بقیه نقاط دنیا بسیار عمومی و فراگیر است که از باند فرکانسی 900MHz استفاده می کند.

۲- DSC-1800 در باند فرکانسی 1800MHz کار می کند و به طور عمده در اروپا برای پوشش نقاط پرازدحام شهری استفاده می شود همچنین این باند فرکانسی برای اجتناب از اشباع شدن باند GSM-900 معرفی شده است.

۳- PSC-1900 در آمریکای شمالی استفاده می شود که از باند فرکانسی 1900MHz استفاده می کند.

۴- GSM-850 در حال توسعه در آمریکا است که از باند فرکانسی 850MHz استفاده می کند

۵- GSM-400 که از باند فرکانسی 400MHz استفاده می کند این باند فرکانسی قبلاً توسط سیستم آنالوگ NMT در کشورهای اسکانندیناوی استفاده می شده است و هم اکنون GSM-400 در حال توسعه در این کشور ها می باشد

سیستم GSM بر روی «تقسیم فرکانسی دوطرفه»(FDD) پایه گذاری شده است بدین معنی که داده ها در uplink (ارتباط رادیویی از گوشی موبایل به شبکه که در آن موبایل فرستنده و شبکه دریافت کننده است ) و downlink (ارتباط رادیویی از شبکه به گوشی موبایل که در آن شبکه فرستنده و گوشی موبایل دریافت کننده است) در باندهای فرکانسی مختلفی جابجا می شوند. به عنوان مثال در باند 900MHz طیف فرکانسی 880-915MHz برای انتقال داده از موبایل به شبکه استفاده می شود و طیف فرکانسی 925-960MHz برای انتقال داده از شبکه به گوشی موبایل به کار می رود. جدول زیر خلاصه ای از باند فرکانسی در uplink و downlink برای سیستم های مختلف GSM را نشان می دهد :

جدول 1 فرکانسهای uplink و downlink برای سیستم های مختلف GSM

		Uplink Band	Downlink Band
GSM-900		890-915 MHz	935-960 MHz
E-GSM-900		880-915 MHz	925-960 MHz
DCS-1800		1,710-1,785 MHz	1,805-1,880 MHz
PCS-1900		1,850-1,910 MHz	1,930-1,990 MHz
GSM-400	GSM-450	450,4-457,6 MHz	460,4-467,6 MHz
	GSM-480	478,8-486 MHz	488,8-496 MHz
GSM-850		824-849 MHz	869-894 MHz

راه های مختلفی برای به اشتراک گذاری منابع رادیویی در میان کاربران وجود دارد و به این کار روش دسترسی چندگانه می گویند. روش دسترسی چندگانه تعیین می کند که چگونه طیف رادیویی به طور هم زمان به وسیله کاربران استفاده شود. تکنیک های مختلفی که در سیستم رادیویی برای دسترسی چندگانه استفاده می شوند عبارتند از: دسترسی چندگانه با استفاده از تقسیم فرکانسی

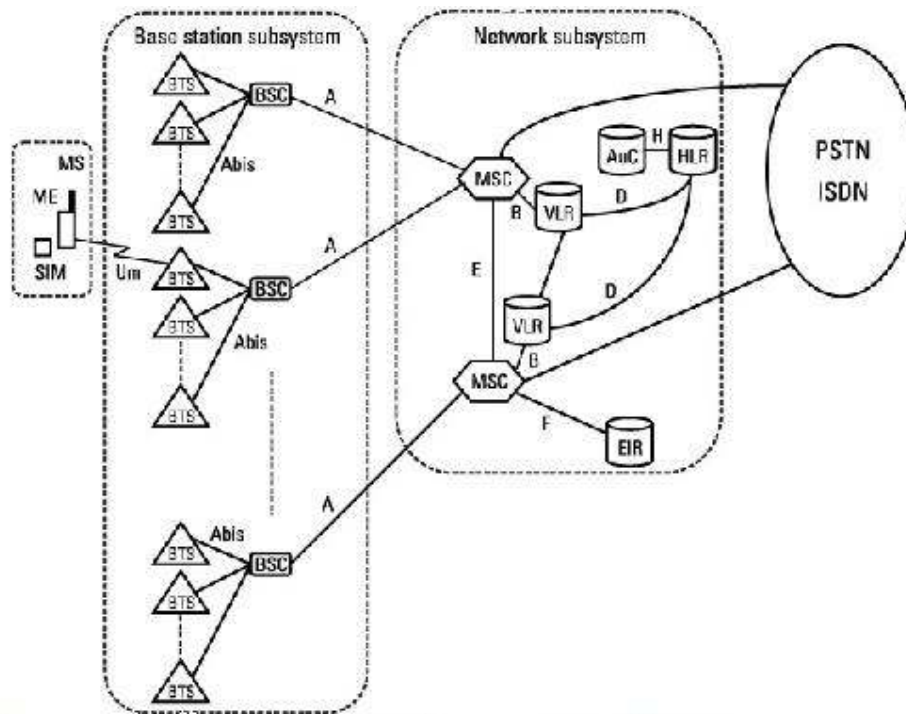
(FDMA) ، دسترسی چندگانه از طریق تقسیم زمان (TDMA) و دسترسی چندگانه از طریق تقسیم کُد (CDMA) سیستم GSM از دو روش TDMA و FDMA استفاده می کند.

FDMA: باند فرکانسی سیستم را به کانال های مختلف تقسیم می کند. در GSM هر کانال RF دارای پهنای باند 200KHz است که برای حمل سیگنال های رادیویی و یا موج حامل داده ها استفاده می شود. هر جفت کانال uplink/downlink یک کانال فرکانس رادیویی کامل (ARFC) نامیده می شود و با یک شماره ی (ARFCN) مشخص می شود.

TDMA: روشی است که در آن زمان به چند فرجه زمانی تقسیم می شود. در یک کانال فرکانسی زمان به قطعات زمانی تقسیم می شود. این تقسیم به چند کاربر مختلف (۸ نفر) اجازه می دهد که یک کانال فرکانسی مشترک را سهم شوند که به هر کاربر یک قطعه زمانی (time slot) اختصاص داده می شود یک بسته از اطلاعات داده ای که یک burst نامیده می شود در یک قطعه زمانی منتقل می شود. هشت قطعه زمانی متوالی یک فریم TDMA را به وجود می آورند هر قطعه زمانی متعلق به یک فریم TDMA به وسیله یک شماره قطعه زمانی (TN) شناخته می شود (شماره ها از 0 تا 7 هستند).

### معماری شبکه GSM :

شبکه GSM از دو قسمت عناصر و رابطه ها تشکیل شده است. عناصر همان قطعات سخت افزاری می باشند و رابطه ها طریقه ایجاد اتصال بین این قطعات هستند که ممکن است با هم متفاوت باشند. در شکل زیر می توانید یک شبکه GSM را مشاهده کنید:



شکل 1 شبکه GSM

اولین بستر انتقال داده در GSM هوا است که بین گوشی موبایل (MS) و ایستگاه رادیویی (BTS) قرار دارد. هر سلول به وسیله یک BTS سرویس داده می شود که از تعدادی فرستنده و گیرنده تشکیل شده است. کنترل کننده ایستگاه رادیویی (BSC) توابع رادیویی را اجرا می کند مانند کنترل توان و قطع ارتباط. هر BSC ممکن است به یک یا چند BTS از طریق رابط A-bis وصل باشد. BTS ها و BSC های متصل به آنها در هر منطقه ای به نام سیستم ایستگاه رادیویی (BSS) شناخته می شوند.

MSC مسؤل کنترل مکالمه، مسیر یابی مکالمات از موبایل به مرکز سوئیچینگ موبایل (PSTN) و بالعکس است. همچنین سوئیچینگ و کنترل پروسه خارج شدن یک کاربر از یک سلول و رفتن به سلول مجاور از وظایف MSC است. MSC از طریق رابط A به BSS وصل شده است. MSC همچنین به عناصر دیگری مانند HLR, VLR و EIR و مرکز تامین و نگهداری شبکه (OMC) وصل شده است. توضیح هر کدام از این قطعات در پاراگراف های بعدی آمده است.

HLR پایگاه داده ای است که مشخصات کاربرانی که به یک شبکه موبایل (PLMN) وصل شده اند را نگهداری می کند. ممکن است که یک یا چند HLR در یک شبکه موبایل وجود داشته باشند. در مورد HLR های چندگانه می توان گفت که اطلاعات کاربران در بین آنها توزیع شده است و مشخصات یک کاربر بخصوص فقط در یکی از آنها پیدا می شود.

**VLR:** پایگاه داده ای است که اطلاعات تمام کاربرانی که در یک شبکه موبایل مشخص قرار داشته اند را نگهداری می کند. برای هر منطقه از ناحیه سرویس دهی یک VLR وجود دارد که توسط MSC کنترل می شود. هنگامی که یک کاربر از یک ناحیه سرویس دهی وارد یک ناحیه جدید می شود، VLR ناحیه جدید از HLR ناحیه قدیمی مشخصات آن کاربر را درخواست می کند و در حافظه خود نگهداری می کند تا بتواند به آن کاربر سرویس دهی کند. در همین زمان MSC ناحیه خارجی، HLR ناحیه خانه را از مکان کاربر باخبر می کند تا ناحیه خانه آن بتواند در مواقع لازم مکالمات را برای موبایل ارسال کند. مثلاً اگر یک کاربر در تهران ثبت نام کند و هم اکنون در شهر اصفهان باشد، شهر تهران برای او ناحیه خانه محسوب می شود و شهر اصفهان ناحیه خارجی. EIR: شامل شماره شناسایی بین المللی گوشی های موبایل (IMEI) است که این شماره ها ثبت شده اند. هر گوشی موبایل یک شماره شناسایی یکتا دارد که نشان می دهد که یک گوشی موبایل اصل است یا خیر.

### **کانال های منطقی در GSM:**

پیوند یک کانال فرکانس رادیویی و یک قطعه زمانی باعث به وجود آمدن یک کانال فیزیکی می شود که به وسیله شماره های ARFCN و TN به صورت یکتا شناسایی می شود. بر روی کانال های فیزیکی کانال های منطقی نگاشت می شوند که صدا، داده و سیگنال ها را حمل می کنند. اطلاعات سیگنالی به منظور پایه گذاری یک مکالمه یا تطبیق لینک با دگرگونی سریع شرایط محیط و یا مدیریت تحویل و تحول (handover) استفاده می شود. کانال های منطقی را می توان شبیه لوله هایی در نظر گرفت که هر کدام به منظور خاصی توسط لایه های بالاتر استفاده می شوند. به صورت عمده دو نوع کانال منطقی وجود دارد: کانال های ترافیکی و کانال های کنترلی. کانال های کنترلی با توجه به ساختارشان به چهار کلاس تقسیم می شوند:

۱- انتشاری (broadcast)

۲- اختصاصی (dedicated)

۳- اشتراکی (common)

۴- همبسته (associated)

یک کانال انتشاری به وسیله شبکه برای فرستادن اطلاعات عمومی به گوشی موبایل استفاده می شود. کانالی اختصاصی نامیده میشود که فقط یک موبایل برای فرستادن یا دریافت داده ها از آن استفاده کند

و کانال اشتراکی اطلاعات را برای چندین موبایل حمل می کند. علاوه بر کانال اختصاصی، یک کانال همبسته به موبایل اختصاص داده میشود تا سیگنال هایی را حمل کند که برای اداره کانال اختصاصی لازم است.

در جدول زیر می توانید انواع کانال های منطقی را ببینید:

جدول 2

	Logical Channel	Abbreviation	Uplink/ Downlink	Task
Broadcast channel (BCH)	Broadcast control channel	BCCH	DL	System Information broadcast
	Frequency correction channel	FCCH	DL	Cell frequency synchronization
	Synchronization channel	SCH	DL	Cell time synchronization and identification
Common control channel (CCCH)	Paging channel	PCH	DL	MS paging
	Random access channel	RACH	UL	MS random access
	Access grant channel	AGCH	DL	Resource allocation
	Cell broadcast channel	CBCH	DL	Short messages broad cast
Dedicated control channel	Standalone dedicated control channel	SDCCH	UL/DL	General signaling
	Slow associated control channel	SACCH	UL/DL	Signaling associated with the TCH
	Fast associated control channel	FACCH	UL/DL	Handover signaling
Traffic channel (TCH)	Full speech	TCH/FS	UL/DL	Full-rate voice channel
	Half rate	TCH/HS	UL/DL	Half-rate voice channel
	2.4 Kbps, 4.8 Kbps, 9.6 Kbps, and 14.4 Kbps full-rate data channels	TCH/F2.4 TCH/F4.8 TCH/F9.6 TCH/F14.4	UL/DL	Full-rate data channels
	2.4-Kbps- and 4.8-Kbps-rate data channels	TCH/H2.4 TCH/H4.8	UL/DL	Half-rate data channels

شرح کانال های منطقی :

امروزه اطلاعات متفاوت بسیار زیادی وجود دارند که به وسیله GSM منتقل می شوند به همین منظور کانال های منطقی معرفی شده اند. کانال های منطقی به دو دسته عمده تقسیم می شوند: کانال های ترافیکی و کانال های سیگنالی (علامت دهی) که شرح هر کدام در زیر می آید.

کانال های ترافیکی (TCH): این کانال ها برای انتقال مکالمه یا داده به کار می روند که می توانند full speed یا half speed باشند. کانال های ترافیکی full speed برای انتقال مکالمات کُد شده با سرعت 22.8kb/s و یا داده های کاربران با سرعت 12kb/s, 6kb/s, 3.6kb/s استفاده می شوند. کانال های half speed برای انتقال مکالمه با سرعت کمتر مانند 11.4kb/s و انتقال داده با سرعت 4.8kb/s, 2.4kb/s در نظر گرفته شده اند. کانال های سیگنالی به سه دسته عمده تقسیم می شوند :

1- کانال های کنترلی انتشاری (BCCH): همچنان که از نامش پیداست این کانال یک کانال از یک نقطه به چند نقطه است که در راستای downlink قرار دارد و اطلاعات مربوط به سیستم و سلول ها را جابجا می کند. این کانال در واقع از دو کانال به شرح زیر تشکیل شده است:  
الف- کانال هماهنگ سازی (SCH): که اطلاعاتی را پخش می کند تا یک گوشی موبایل بتواند خود را با یک ایستگاه رادیویی هماهنگ سازد.

ب- کانال تصحیح فرکانس (FCCH): که گوشی موبایل را قادر می سازد هرگاه که لازم باشد فرکانس خودش را تنظیم کند.

2- کانال های کنترلی اشتراکی (CCCH): که به سه گروه عمده تقسیم می شوند:  
الف- کانال صدازنی (PCH): کانالی یک به چند است که در راستای downlink استفاده می شود و برای انتشار پیام های صدازنی (paging) موبایل ها استفاده می شود.

ب- کانال دستیابی تصادفی (RACH): کانالی یک به یک است از گوشی موبایل به شبکه که در آن یک گوشی درخواست ایجاد مکالمه را می دهد یا به صدا زنی شبکه پاسخ می دهد. به دلیل این که ممکن است در هر لحظه بیشتر از یک کاربر بخواهند از کانال استفاده کنند، همیشه احتمال تصادم وجود دارد برای رفع این مشکل از الگوریتمی به نام الوهائی برهه ای استفاده می شود که در این الگوریتم هر کاربر به هنگام وقوع تصادم یک بازه زمانی تصادفی صبر می کند و دوباره اطلاعات را می فرستد.

ج- کانال واگذاری دستیابی (AGCH): این کانال یک کانال یک به یک و در راستای downlink است که به وسیله آن به یک کاربر که درخواست کانال ترافیکی یا کانال کنترلی کرده اجازه دسترسی ابلاغ می شود.

3- کانال های کنترلی اختصاصی (DCCH) که به دو نوع زیر تقسیم می شوند:

الف- کانال کنترلی مستقل اختصاصی (SDCCH): کانالی یک به یک است که هم در راستای downlink و هم در راستای uplink کار می کند. نرخ انتقال این کانال 1/8 نرخ انتقال کانال ترافیکی است. این کانال توسط گوشی موبایل برای ثبت نام، تعیین هویت و به هنگام سازی موقعیت قبل از اینکه کانال ترافیکی به آن اختصاص یابد استفاده می شود. بعد از تخصیص کانال ترافیکی این کانال باید آزاد شود.

ب- کانال کنترلی همبسته (ACCH): این نوع از کانال با کانال ترافیکی همگام می شود. دو نوع از این کانال وجود دارد: کانال کند و کانال سریع. کانال کنترلی همبسته کند (SACCH) به وسیله موبایل برای فرستادن اندازه گیری های توان سیگنال که در هنگام handoff لازم است به کار می رود. کانال کنترلی همبسته سریع (FACCH) برای فرستادن اطلاعات کنترلی در طول برقراری یک مکالمه استفاده می شود. این کار با استفاده از روشی به نام «زدی کانال ترافیکی» انجام می شود که در آن هنگام انتقال صدا وقفه هایی به اندازه 20ms برای انتقال پیام های سیگنالی ایجاد می شود.

# GPRS

## معماری شبکه GPRS :

اصول اولیه GPRS مانند GSM می باشد. با این تفاوت که GPRS بر اساس سوئیچینگ بسته کار می کند در حالی که GSM بر اساس سوئیچینگ مدار می باشد. در GPRS از همان واحد های کاری GSM مانند MSC/VLR و HLR و یا BSS استفاده شده است، علاوه بر این واحد ها دو واحد جدید اضافه شده است. این دو SGSN و GGSN نام دارند.

**GGSN:** به عنوان یک دروازه ورود و خروج بسته ها بین شبکه **GPRS** و دیگر شبکه ها اعم از موبایل یا ثابت عمل می کند و میتوان گفت که یک روتر است. این واحد از طریق ستون فقرات شبکه GPRS که مبتنی بر IP است به SGSN وصل شده است و بسته های داده دریافتی از دیگر شبکه ها را به SGSN می فرستد تا از طریق آن بین موبایل ها بر حسب آدرس شان توزیع شوند.

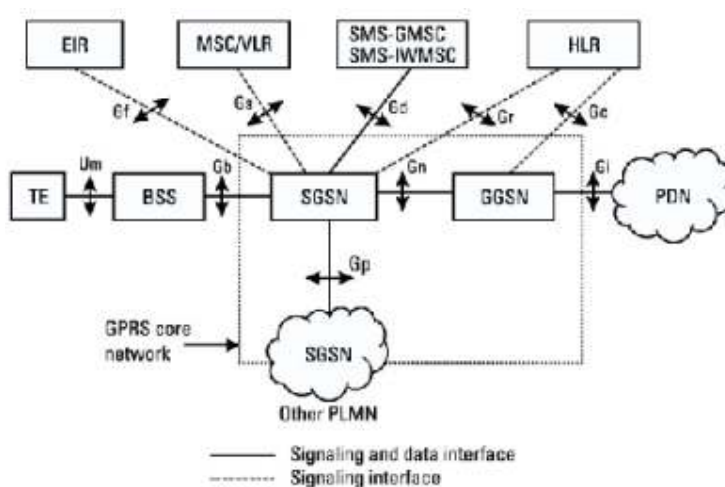
**SGSN:** به MS سرویس دهی می کند. این واحد بسته های رسیده از دیگر شبکه ها را برای یک موبایل می فرستد و برای به دست آوردن پروفایل یک موبایل از HLR استفاده می کند. این واحد همچنین مسول ثبت نام موبایل های جدیدی است که به تازگی وارد محدوده یک BSS شده اند.

**HLR:** این واحد پایگاه داده ای است که اطلاعات مسیریابی و اطلاعات مربوط به موبایل ها در آن نگهداری می شود.

**MSC/VLR:** واحدی است که برای برقرار کردن ارتباط مکالمه ای بین موبایل ها در سیستم GSM به کار می رود و دخالتی در جابجایی بسته ها و سیستم GPRS ندارد.

**BSS** : این واحد ارتباط رادیویی را بین موبایل و شبکه GPRS برقرار می کند. این واحد از دو قسمت تشکیل شده است : **BTS** و **BSC** که **BTS** ارتباطات رادیویی را یکپارچه می کند و **BSC** مدیریت کانال های رادیویی را بر عهده دارد. این عنصر می تواند بین حالت مداری مکالمه و حالت ارسال بسته ای GPRS سوئیچ کند.

**EIR** : پایگاه داده ای است که اطلاعات مربوط به ترمینال را نگهداری می کند.  
در شکل زیر یک شبکه GPRS نشان داده شده است:



شکل 2

**PCU** برای تعریف GPRS همراه با **BSS**، مفهومی بنام **PCU** تعریف شده است. **PCU** واحدی منطقی است که بسته های را که به طرف رابط رادیویی می روند مدیریت می کند. این قطعه با واحد رمزگذاری / رمزگشایی کانال (**CCU**) که در **BTS** واقع است ارتباط دارد. **PCU** توابع **RLC/MSC** را اجرا می کند مانند: قطعه قطعه کردن و دوباره به هم پیوستن بسته های لایه فیزیکی (**LLC**)، انتقال بلوک های **RLC** با دریافت تا بیدیه یا بدون دریافت تاییدیه، تخصیص منابع رادیویی و مدیریت کانال های رادیویی. **CCU** توابع لایه یک **GSM** را انجام می دهد مانند رمز گذاری و رمز گشایی کانال ارتباطی، برابر سازی و اندازه گیری های کانال رادیویی.

### توانایی ها و ویژگی های GPRS :

در حالت سوئیچینگ مداری هنگامی که یک کاربر می خواهد داده هایی را بفرستد یا دریافت کند ابتدا یک کانال فیزیکی برای او به وسیله رویه های کنترل مکالمه **GSM** برقرار می شود. به

دلیل اینکه داده ها در قطعاتی با اندازه های متفاوت و جداگانه جا به جا می شوند، ممکن است در بین آنها کانال برای مدت قابل توجهی بیکار بماند. یک کاربر می تواند هنگام بیکاری، کانال را آزاد کند و دوباره زمانی که احتیاج دارد کانال را بسازد و اقدام به تبادل داده کند. چون رویه های کنترل و ساخت کانال خیلی وقت گیر هستند این روش خیلی مناسب و قابل اجرا نیست. اما ایده ای جدید برای استفاده از کانال به ما می دهد. این ایده سوئیچینگ بسته نام دارد که در آن چند کاربر می توانند داده های خود را بر روی یک کانال مشترک ارسال کنند. سوئیچینگ بسته از روشی بنام مدار مجازی استفاده می کند. مدار مجازی می تواند پایدار باشد یا حالت سوئیچینگ داشته باشد. حتی هنگامی که مدار حالت سوئیچینگ دارد رویه های ساخت یک مدار مجازی و خاتمه دادن به یک مدار بسیار کوچک هستند که باعث به صرفه بودن این روش می شوند.

GPRS یک ترکیب جدید از GSM است که ارسال داده را در حالت بسته ای فراهم می کند. GPRS برای انتقال داده و اطلاعات سیگنالی از همان شبکه و منابع رادیویی GSM استفاده می کند. هر کانال فیزیکی به وسیله چند کاربر به صورت اشتراکی استفاده می شود. مکانیزم دسترسی به کانال برای داده های متناوب (چه کوچک و چه بزرگ) بهینه شده است و با توجه به اندازه داده به کاربر اجازه داده می شود که در هر درخواست رزرو منابع، داده هایش را بین 0.5 تا 1 ثانیه انتقال دهد. این روش با پروتکل های IP و X.25 تطابق کامل دارد و همچنین از انتقال داده بلادرنگ و غیر بلادرنگ پشتیبانی می کند. هر دو مبادله داده نفر به نفر و یک نفر به چند نفر در GPRS امکان پذیر است و هیچ گونه محدودیتی در حداکثر طول SMS در GPRS وجود ندارد.

در سوئیچینگ بسته لازم است از پروتکل هایی برای کارآمدی انتقال داده و همچنین دوری از اشتباه در انتقال استفاده شود. پروتکل هایی که به این منظور استفاده می شوند معمولاً پروتکل های لایه پایین تر مانند پروتکل کنترل پیوند منطقی (LLC) و پروتکل دسترسی به رسانه (MAC) هستند.

GPRS دارای سه کلاس مختلف است کلاس A، کلاس B و کلاس C:

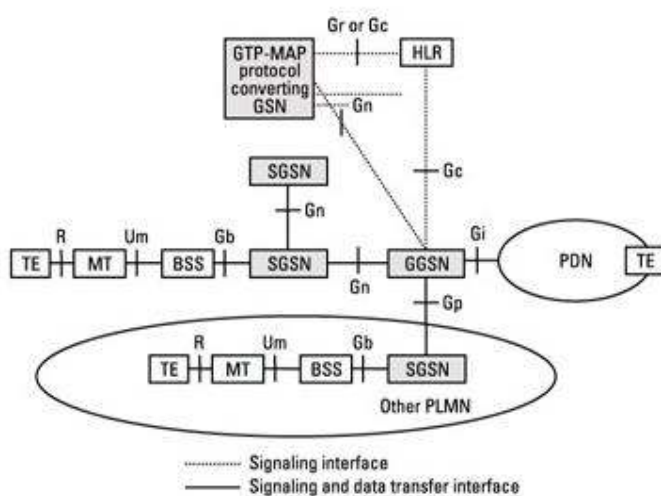
کلاس A: در این کلاس گوشی موبایل می تواند به طور همزمان در مود مداری و مود سوئیچینگ بسته ارتباط برقرار کند. همچنین توانایی آشکار سازی تماس دریافتی در حالت بیکار در هر دو مود مداری و سوئیچینگ بسته را دارد.

کلاس B: در این حالت گوشی موبایل توانایی آشکار سازی یک تماس رسیده در حالت بیکاری در مود مداری یا در مود سوئیچینگ بسته را دارد ولی از آن به طور همزمان پشتیبانی نمی کند. تماس های مداری و بسته ای به صورت ترتیبی و پشت سر هم انجام می شوند.

کلاس C: در این کلاس موبایل می تواند فقط در یک مود کاری (مداری یا سوئیچینگ بسته) در هر لحظه از زمان کار کند که پیکربندی آن می تواند به طور دستی توسط کاربر تنظیم شود و یا به صورت خود کار انجام شود.

### ستون فقرات GPRS :

شکل زیر ستون فقرات GPRS را نشان می دهد (چهار ضلعی های خاکستری رنگ) که از SGSN و GGSN تشکیل شده است.



شکل 3

همه PDU هایی که از ستون فقرات GPRS و واسط Gn/Gb می گذرند به وسیله پروتکل GTP کپسوله می شوند. GTP اجازه می دهد که بسته های IP در میان ستون فقرات GPRS تونل بزنند و همچنین اجازه می دهد که SGSN و GGSN با هم تبادل سیگنال داشته باشند. UDP/IP پروتکل هایی هستند که برای مسیریابی داده های کاربران و تبادل سیگنال کنترلی استفاده میشوند.

تونل زنی

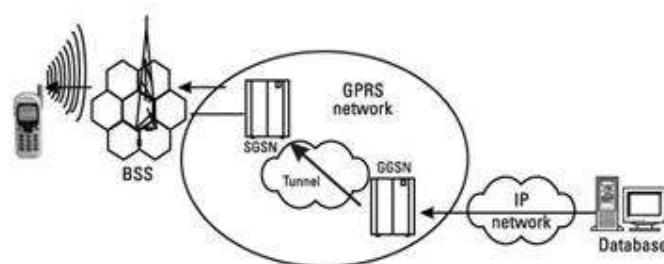
یک تونل GTP یک ارتباط دو طرفه بین SGSN و GGSN است که برای حمل بسته ها مابین

یک PDN (شبکه مبتنی بر سوئیچینگ بسته خارجی) و یک MS (گوشی موبایل) به کار می رود. یک تونل GTP در هنگام پروسه فعال سازی بستر PDP ایجاد می شود. یک تونل GTP به وسیله شناساگر نقطه پایانی تونل (TEID) در هر گره GSN (SGSN یا GGSN) ، یک آدرس IP و یک شماره پورت UDP تعریف می شود. این شناساگر ها در سرآیند IP و سرآیند بسته GTP وجود دارند.

دو نوع تونل GTP به شرح زیر وجود دارد:

- ۱- GTP-U (از طرف کاربر): برای هر زمینه PDP در GSN ها تعریف می شود.
- ۲- GTP-C (برای کنترل): برای همه زمینه PDP ها با آدرس PDP مشابه و نقطه دسترسی به شبکه (APN) مشابه تعریف می شود.

دیتاگرام IP ی که از یک تونل GTP عبور داده می شود T-PDU نامیده می شود. در مکانیزم تونل زنی، T-PDU ها بین GSN ها به وسیله پروتکل GTP مولتی پلکس و دیمولتی پلکس می شوند که GTP برای این کار از فیلد TEID واقع در سرآیند GTP استفاده می کند. سرآیند GTP برای تشکیل یک G-PDU یا (GTP-PDU) به T-PDU اضافه می شود که در یک ارتباط UDP/IP که ارتباطی بدون اتصال می باشد فرستاده می شود. شکل زیر مکانیزم تونل زنی برای یک بسته IP که به طرف MS فرستاده می شود را نشان می دهد:



شکل 4

همه پروسه های علامت دهی (signaling) مانند: مدیریت مسیر، مدیریت تونل، مدیریت مکان و مدیریت جابجایی (mobility) در یک تونل GTP بین GSN ها تونل زده می شوند. یک سرآیند GTP به پیام علامت دهی GTP برای تشکیل بسته GTP-C اضافه می شود که از طریق UDP/IP فرستاده می شود.

پروتکل های مسیر:

پروتکل مسیر UDP/IP برای حمل پیام های علامت دهی GTP یا T-PDU بین GSN ها در حالت بدون اتصال به کار می رود. هر مسیر UDP/IP ممکن است به چندین کانال GTP تقسیم شود. هر نقطه پایانی مسیر UDP/IP به وسیله یک آدرس IP و یک شماره پورت UDP شناخته می شود. برای مسیر UDP/IP آدرس IP منبع همان آدرس IP متعلق به GSN منبع و آدرس IP مقصد آدرس IP متعلق به GSN مقصد است. توجه کنید که آدرس های IP متعلق به GSN ها در ستون فقرات GPRS خصوصی هستند بدین معنی که این آدرس ها برای شبکه اینترنت قابل دسترسی نیستند.

### کانال های منطقی در GPRS :

سه نوع کانال منطقی در GPRS برای انتقال بسته ها وجود دارد که به ترتیب کانال کنترلی انتشاری بسته، کانال کنترلی اشتراکی بسته (PCCH) و کانال های ترافیکی نام دارند. بعضی از آنها در راستای uplink عمل می کنند و برخی دیگر در راستای downlink و تعدادی نیز اشتراکی هستند.

کانال های uplink (از گوشی موبایل به شبکه) :

کانال دسترسی تصادفی بسته (PRACH): این کانال یک کانال کنترل اشتراکی می باشد و به وسیله موبایل برای شروع یک فرآیند انتقال بسته یا جواب گویی به پیام های صدازنی استفاده می شود.

کانال های downlink (از شبکه به گوشی موبایل)

کانال کنترلی انتشاری بسته : (PBCCCH) این کانال پارامتر های ویژه سیستم را در میان همه گوشی های موبایل که در یک سلول سرویس دهی می شوند منتشر می کند.

کانال های اشتراکی شامل موارد زیر هستند:

۱. کانال صدا زنی بسته (PPCH) : شبکه GPRS این کانال را برای انتقال پیام های

صدازنی قبل از ارسال بسته های داده استفاده می کند.

۲. کانال واگذاری دسترسی بسته (PAGCH) : هنگامی که یک موبایل می خواهد داده

ارسال کند ابتدا یک پیغام درخواست کانال بر روی PRACH و یا در غیاب آن بر روی

RACH می فرستد. در جواب، ایستگاه رادیویی یک پیام واگذاری فوری بر روی

PAGCH برای اطلاع رزرو یک یا چند کانال انتقال بسته به آن گوشی می فرستد. به

طور مشابه شبکه ممکن است یک پیام واگذاری منابع را بر روی این کانال برای یک

گوشی بفرستد.

۳. کانال آگاه سازی بسته (PNCH) : این کانال به منظور آگاه سازی گروهی از گوشی های موبایل برای فرستادن بسته هایشان استفاده می شود.

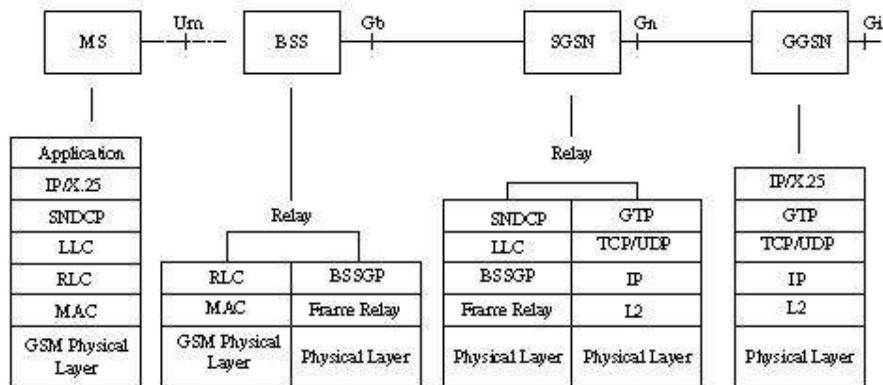
کانال های دوطرفه (Bidirectional) :

۱. کانال انتقال داده بسته (PDTCH) : یک PDTCH به یک موبایل اختصاص داده می شود تا از طریق آن بسته هایش را ارسال کند. ممکن است بر طبق درخواست یک کاربر بیشتر از یک PDTCH به یک کاربر واگذار شود.
۲. کانال کنترلی همبسته بسته (PACCH) : این کانال اطلاعات علامت دهی را حمل می کند مانند تائیدیه در جواب انتقال یک بلوک داده، تخصیص منابع در جواب یک درخواست منابع و یا اطلاعات کنترل توان. به هر موبایل فقط یک کانال PACCH اختصاص داده می شود که با همه کانال های انتقال داده ای که به آن موبایل اختصاص داده می شود همبسته می شود.

کانال های منطقی در لایه MAC به کانال های فیزیکی مولتی پلکس می شوند. کانال های فیزیکی که برای انتقال بسته های داده در GPRS استفاده می شوند کانال های داده ای بسته (PDCH) نام دارند .

## **پشته پروتکلی GPRS :**

پشته پروتکلی برای گوشی موبایل، SGSN، BSS و GGSN در شکل ریز نشان داده شده است:



شکل 5

اگر چه پروتکل‌های لایه شبکه در شکل بالا از نوع IP و x25 می باشند با این حال GPRS کاملاً قادر به پشتیبانی لایه کاربرد بر روی هر پروتکل استاندارد است. در زیر شرح مختصری از لایه های پشته پروتکل GPRS داده می شود:

۱- پروتکل همگرایی وابسته زیر شبکه (SNDCP): این پروتکل بین لایه شبکه و لایه LLC قرار گرفته است. این پروتکل بسته های (PDU) لایه شبکه را گرفته و آنها را به فرمتی که برای انتقال بر روی واسط رادیویی مناسب است تبدیل می کند. به عنوان مثال اگر پروتکل لایه بالاتر IP باشد SNDCP بسته های IP را گرفته و سرآیند آنها را فشرده می کند و آنها را به لایه LLC میفرستد. به طور مشابه هر گاه بسته ای از لایه LLC برسد، SNDCP آنرا گرفته سرآیند آن را از حالت فشرده در می آورد و به لایه IP می فرستد. در این لایه فرستادن بسته هم با گرفتن تأییدیه و هم بدون گرفتن تأییدیه امکان پذیر است. ارسال داده ها با استفاده از پروفایل های QoS و همچنین به رمز در آوردن داده های کاربر برای امنیت بیشتر و محافظت در برابر استراق سمع از دیگر سرویس های این لایه است.

۲- لایه کنترل پیوند منطقی (LLC): لایه پیوند داده که در گوشی موبایل واقع است از دو زیر لایه تشکیل شده است، لایه بالاتر LLC نام دارد و لایه پایین تر تشکیل شده از دو زیر لایه: لایه کنترل پیوند رادیویی و زیر لایه MAC.

لایه LLC کارهای زیر را انجام می دهد:

- ارسال داده ها با دریافت تأییدیه و بدون دریافت تأییدیه .
- کنترل جریان (flow control) .

- تصحیح خطا با استفاده از شماره ترتیب بسته ها در حالت ارسال با دریافت تائیدیه.
- به رمز در آوردن بسته های لایه پیوند منطقی در حالت های ارسال با دریافت تائیدیه و ارسال بدون دریافت تائیدیه.

۳- RLC: پروتکل RLC انتقال قابل اطمینان بلوک های داده در هوا را انجام می دهد. این پروتکل برای این کار از رویه ARQ استفاده می کند که بر طبق آن بلوک های داده ای که با خطا دریافت می شوند دوباره توسط فرستنده ارسال می شوند.

۴- MAC: زیر لایه MAC دسترسی به رسانه فیزیکی توسط گوشی های موبایل را کنترل می کند. این زیر لایه این کار را با استفاده از الگوریتمی بنام الوهائی برهه ای انجام می دهد که مشابه الگوریتم CSMA/CD در اترنت است. MAC درگیری و رقابت کاربران مختلف را برای دسترسی به رسانه فیزیکی حل می کند و باعث استفاده بهینه از پهنای باند می شود.

۵- پروتکل تونل زنی GPRS (GTP): در GPRS آدرس و اطلاعات کنترلی به واحد های داده ای اضافه می شوند تا آنها در یک PLMN یا بین دو PLMN مختلف قابل مسیر یابی باشند. پروتکلی که این کار را انجام می دهد GTP نام دارد.

۶- تابع رله (تقویت): این تابع رویه ای را فراهم می کند تا یک بسته از یک گره به گره بعدی فرستاده شود تا به مقصد برسد. در BSS بسته های LLC مابین واسط های Um و Gb رله می شوند. در SGSN بسته های لایه شبکه مابین واسط های Gb و Gn رله می شوند.

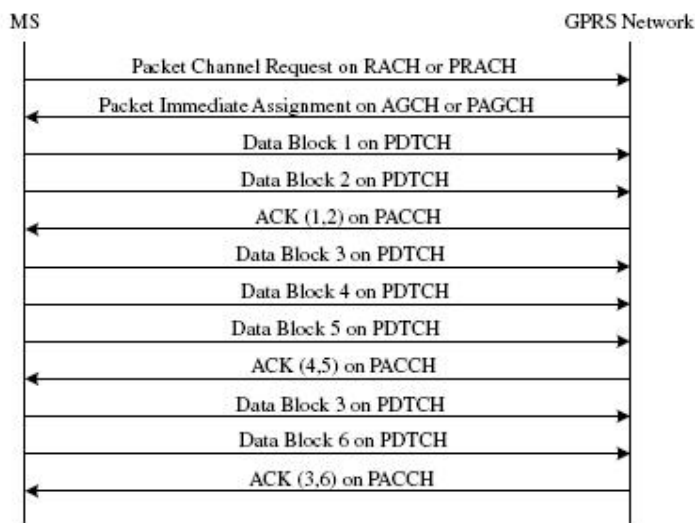
۷- پروتکل GPRS برای سیستم ایستگاه رادیویی (BSSGP): کار این پروتکل فراهم آوردن پیوند های چندگانه، بدون اتصال و لایه ۲ می باشد. همچنین انتقال داده با استفاده از پارامترهای تعیین شده QoS و مسیریابی اطلاعات بین ایستگاه رادیویی و SGSN می باشد.

۸- پروتکل بازپخش فریم: پروتکلی در لایه پیوند برای واسط Gb است. داده بر روی یک یا بیشتر از یک مدار مجازی پایدار (PVC) منتقل می شود. فریم هایی که با خطا در یافت می شوند نادیده گرفته می شوند. شناسه اتصال لایه پیوند داده دو بایت طول دارد. بیشترین اندازه یک فریم ۱۶۰۰ بایت است.

### پروتکل انتقال بسته در GPRS :

چند کاربر ممکن است بسته های داده را بر روی کانال PDCH بر پایه اشتراک زمانی انتقال دهند. هر کانال PDCH شامل یک قطعه زمانی در فریم TDMA است. یک سول مملکن است به طور دائم قسمتی از کانال های فیزیکی در دسترس را منحصرأً به انتقال بسته های داده اختصاص دهد و باقیمانده کانال های فیزیکی را به انتقال صدا اختصاص دهد.

همچنین ممکن است از یک برنامه تخصیص پویا استفاده شود که به وسیله آن یک یا چند کانال بر حسب نیاز به کار انتقال بسته های داده اختصاص داده شوند و بعد از انتقال بسته ها دوباره آزاد شوند. تعداد کانال های انتقال بسته که در هر لحظه فعال می شوند به تعداد کاربران و همچنین میزان بار ترافیکی که ایجاد می کنند بستگی دارد. در هر لحظه حداقل یک کانال PDCH باید به انتقال اطلاعات کنترلی و سیگنالی اختصاص داده شود. لازم نیست که یک گوشی موبایل کانال PDCH را که برای ارسال داده استفاده می کند را برای دریافت داده نیز استفاده کند. یعنی برای یک گوشی موبایل واحد، کانال های PDCH ارسال و دریافت داده می توانند متفاوت باشد. کاربران چند گانه داده هایشان را بروی یک PDCH با استفاده از روش الوهائی برهه ای انتقال می دهند. هنگام بروز خطا در انتقال داده از پروتکل ARQ استفاده می شود که در آن برای برطرف سازی خطا از انتقال دوباره بلوک های RLC استفاده می شود. برای این کار GPRS از مفهومی به نام «جریان بلوک موقتی» (TBF) (به این خاطر موقتی است که وقتی که یک بلوک RLC/MAC برای ارسال وجود داشته باشد استفاده و هنگامی که نیازی به آن نیست حذف می شود) استفاده می کند که در واقع یک اتصال فیزیکی بین گوشی موبایل و شبکه است که اجازه ی انتقال بلوک های RLC/MAC را می دهد. هر بلوک RLC یا بلوک کنترلی RLC/MAC شامل یک شناساگر جریان موقتی (TFD) در سرآیند خودش است که TBF را از بلوک های تنها جدا می سازد. به علاوه همه بلوک های RLC/MAC که از شبکه به طرف گوشی موبایل می آیند در سرآیندشان یک پرچم حالت (USF) uplink دارند که تعیین می کند که کدام گوشی موبایل (یا کدام برنامه کاربردی) می تواند از بلوک RLC بعدی در uplink همان قطعه زمانی استفاده کند. بدین طریق گوشی های موبایل متفاوت ممکن است در مواقع لازم در یک PDCH سهیم شوند. رویه انتقال بسته که به وسیله گوشی موبایل استفاده می شود در شکل زیر نشان داده شده است:

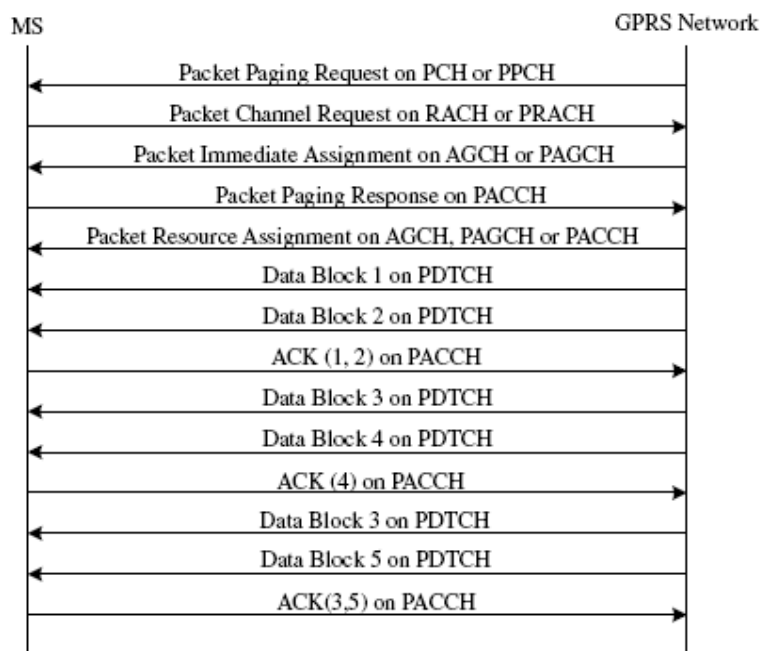


شکل 6

گوشی موبایل یک درخواست کانال بسته بر روی کانال دستیابی تصادفی بسته (و در غیاب آن بر روی کانال دستیابی تصادفی) می فرستد. شبکه به وسیله رزرو منابع لازم که مورد نیاز گوشی هستند و همچنین فرستادن پیام تخصیص فوری به درخواست موبایل جواب می دهد. در این مورد پروسه دستیابی در یک مرحله تمام می شود. در پروسه دستیابی دو مرحله ای، شبکه هنگامی که پیام واگذاری فوری بسته را می فرستد فقط منابعی را رزرو می کند که موبایل برای فرستادن پیام درخواست منابع لازم دارد. در نتیجه موبایل پیام درخواست منابع مورد نیازش را می فرستد و شبکه با رزرو منابع لازم و با پیام واگذاری منابع جواب میدهد.

گوشی موبایل بعد از دریافت پیام واگذاری منابع می تواند ارسال بسته های داده را شروع کند. شبکه ممکن است از فرستادن تائیدیه (ACK) تا رسیدن تعدادی بسته خودداری کند. هنگامی که بسته ای با خطا دریافت شود (مانند بسته شماره 3 در شکل فوق) شبکه ACK بسته های 4 و 5 را می فرستد و ACK بسته شماره 3 را نمی فرستد. همچنین شکل فوق نشان می دهد که گوشی موبایل دوباره بسته شماره 3 را می فرستد (و نه بسته های شماره 3، 4، 5).

پروسه انتقال بسته که توسط شبکه (یعنی یک SGSN) شروع می شود در شکل زیر نشان داده شده است. گوشی موبایل دائماً کانال صدازنی بسته (و در غیاب آن کانال صدازنی) را زیر نظر می گیرد. هنگامی که موبایل یک درخواست صدازنی بسته را دریافت کند یک درخواست کانال بسته را می فرستد شبکه با فرستادن واگذاری فوری بسته جواب می دهد. این کار با جوابگویی واگذاری بسته توسط موبایل و واگذاری منابع توسط شبکه پی گیری می شود. در این لحظه شبکه شروع به فرستادن بسته های داده برای موبایل می کند.



شکل 7

### لایه RLC/MAC :

لایه RLC/MAC برای مدیریت منابع رادیویی به کار می رود. در GPRS ، منابع رادیویی موقت، در راستای uplink یا downlink در طی تبادل داده به گوشی موبایل اختصاص داده می شوند. لایه MAC همه علامت دهی های لازم را برای این تخصیص ها و آزاد کردن منابع، مدیریت می کند. این لایه همچنین مسؤل نگاشت و مولتی پلکس کردن علامت دهی و داده ها بر روی کانال های منطقی است. پروتکل RLC مسؤل مدیریت انتقال داده در طی TBF است. این لایه حالت های انتقال داده با دریافت Ack و بدون دریافت Ack را فراهم می کند. در GPRS حرکت یک گوشی موبایل از یک سلول به سلول مجاور در شبکه مستقیماً به وسیله پروسه cell reselection مدیریت می شود. گوشی موبایل می تواند به صورت خود گردان این پروسه را انجام دهد یا این که این پروسه به وسیله شبکه انجام شود. در هر دو صورت لایه RLC/MAC این کار را انجام می دهد.

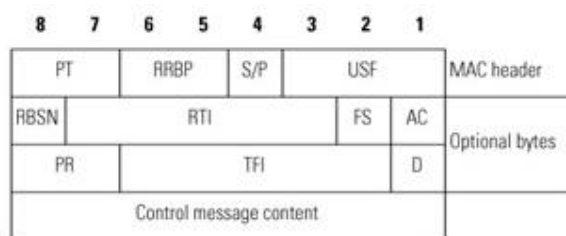
### ساختار بلوک های RLC/MAC :

بلوک RLC/MAC واحد انتقال پایه ای در انتقال از طریق واسط هوا است که بین شبکه و گوشی موبایل به کار می رود. این بلوک به منظور حمل داده و علامت دهی های RLC/MAC استفاده می شود. هر بلوک داده RLC بر روی یک بلوک رادیویی نگاشت می شود که همیشه بر روی

کانال داده بسته ای (PDTCH) انتقال می یابد. بلوک های کنترلی RLC/MAC در داخل بلوک های رادیویی بر روی کانال های علامت دهی (PCCCH,PBCCH,PACCH) انتقال می یابند.

بلوک های کنترلی RLC/MAC برای انتقال پیام های کنترلی به کار می روند در حالی که بلوک داده ای RLC/MAC حاوی داده هستند. یک سرایند MAC به ابتدای هر کدام از این دو نوع بلوک رادیویی اضافه می شود و یک دنباله کشف خطا (BCS) به انتهای هر بلوک رادیویی برای کشف خطا اضافه می شود. قالب های بلوک رادیویی RLC/MAC در بخش های بعدی معرفی می شوند و هر کدام از فیلد های آنها به اختصار تشریح می شود.  
بلوک کنترلی:

بلوک های کنترلی RLC/MAC با استفاده از روش CS-1 کد گذاری می شوند. اندازه بلوک کنترلی RLC/MAC ۲۲ بایت است که اندازه سرایند MAC آن 1 بایت است.  
بلوک های کنترلی RLC/MAC در downlink:  
شکل زیر یک ساختار یک بلوک کنترلی RLC/MAC را همراه با سرایند MAC در downlink نشان می دهد.



شکل 8

بلوک کنترلی RLC/MAC شامل فیلد حاوی پیام کنترلی و سرایند کنترل اختیاری است. سرایند MAC شامل فیلد های زیر است:

- 1- PT: این فیلد تعیین می کند که این بلوک یک بلوک کنترلی است یا یک بلوک داده ای.
- 2- USF: هنگامی که تخصیص پویا یا تخصیص پویای گسترش یافته مورد استفاده قرار می گیرد، این فیلد به عنوان وسیله ای برای مولتی پلکس کردن در uplink استفاده می شود.
- 3- RRBP: این فیلد تعداد فریم هایی را مشخص می کند که موبایل قبل از ارسال یک بلوک کنترلی باید صبر کند.

4- S/P: این فیلد مشخص می کند که فیلد RRBP معتبر است یا خیر.

سرایند RLC/MAC شامل فیلد های زیر است:

- 1- RBSN: این فیلد شماره توالی بلوک کنترلی RLC/MAC را نشان می دهد.

2-FS: که در پیام های کنترلی قطعه قطعه شده RLC/MAC مشخص می کند که بلوک جاری آخرین قطعه است.

3-AC: که به وجود داشتن بایت های اختیاری که شامل فیلد های PR, TFI, D می شود، اشاره می کند.

4-TFI: این فیلد یک TBF (جریان بلوک موقت) را در uplink یا downlink مشخص می کند.

5-D: که جهت TBF ی که بوسیله فیلد TFI مشخص شده را نشان می دهد (uplink یا downlink)

6-PR: که کاهش توانی را مشخص می کند که به وسیله BTS برای انتقال بلوک جاری استفاده شده است.

همان طور که از نامش پیداست فیلد حاوی پیام کنترلی شامل یک پیام کنترلی RLC/MAC می باشد.

بلوک های کنترلی RLC/MAC در uplink:

شکل زیر قالب یک بلوک کنترلی RLC/MAC را نشان می دهد. همان طور که در شکل مشاهده می شود هر بلوک شامل سراینده MAC و قسمت پیام است.



شکل 9

سر اینده MAC از فیلد های زیر تشکیل شده است:

1-PT: نوع داده ای که در بلوک وجود دارد را مشخص می کند.

2-R: مشخص می کند که موبایل پیام در خواست دسترسی را یک بار فرستاده یا بیشتر از یک بار.

### کلیات بازپخش فریم:

لایه NS بر پایه پروتکل بازپخش فریم (frame relay) کار می کند. باز پخش فریم پروتکلی مشترک است که در اکثر شبکه های مبتنی بر سوئیچینگ بسته به کار می رود.

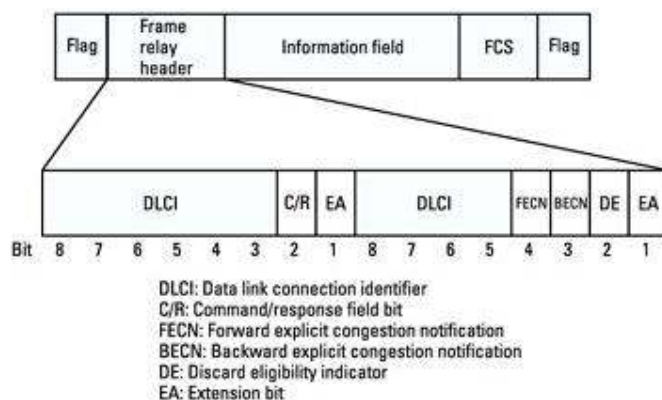
باز پخش فریم یک فن آوری تکمیل شده از فن آوری سوئیچینگ بسته X25 است. این پروتکل بر پایه مفهوم مدارات مجازی (VCS) بنا نهاده شده است. دو نوع مدار مجازی وجود دارد: مدار مجازی پایدار (PVC) و مدارات مجازی که بنا به تقاضا کار می کنند که به مدارات مجازی سوئیچی مشهورند (SVC). واسط Gb فقط با مدارات مجازی پایدار کار می کند.

PVC ها به وسیله متصدی شبکه از طریق سیستم مدیریت شبکه (NM) نصب می شوند. آنها به عنوان یک اتصال بین دو نقطه پایانی تعریف شده اند و مسیرهای ثابت هستند. این بدان معنی است که آنها به صورت پویا اختصاص داده نمی شوند. بر خلاف تکنولوژی X25 باز پخش فریم همه پردازش های لایه ۳ را حذف کرده است و فقط تعداد کمی از توابع لایه ۲ مانند بررسی بدون خطا بودن فریم انجام می گیرد.

توجه کنید که همه پردازش های لایه ۳ برای قابلیت اطمینان انتقال به کار می روند از آنجایی که انتقال بینهایت مطمئن است، فقط تعداد بسیار کمی از فریم ها با خطا دریافت می شوند. هنگامی که یک سوئیچ، بازپخش یک فریم دارای خطا را دریافت می کند آن را دور می اندازد.

### قالب فریم:

پروتکل باز پخش فریم از ساختارهای قالب بندی با طول مختلفی استفاده می کند. این ساختار در شکل زیر نشان داده شده است:



شکل 10

دو پرچم انتهایی مرز فریم را مشخص می کنند. یک دنباله کشف خطای فریم (FCS) برای حفاظت به فریم اضافه شده است.

فیلد آدرس DLCI دارای طولی متغیر است (6-10bit)، فیلد پایان آدرس (EA) برای مدیریت طول فیلد آدرس استفاده می شود. هنگامی که مقدار این فیلد صفر است هشت بیت بعدی باقیمانده آدرس را نشان می دهند. بیت C/R مشخص می کند که فریم جاری یک فریم درخواست است یا یک فریم



## مکانیزم کنترل جریان در باز پخش فریم:

ممکن است در تراکم شدید بازدهی سرتاسری شبکه تقلیل یابد. تنها راه حل این مشکل این است که کاربران نهایی ترافیک خودشان را کاهش دهند. به همین خاطر مکانیزم های مختلفی توسعه داده شده اند تا کاربران را از وقوع ازدحام آگاه ساخته و آنها را وادار کنند که مقدار ارسال شان را کاهش دهند.

در مواقع ازدحام دو مکانیزم کلی برای آشکارسازی، کمینه سازی و ترمیم وجود دارد:

۱- اخطار صریح ازدحام

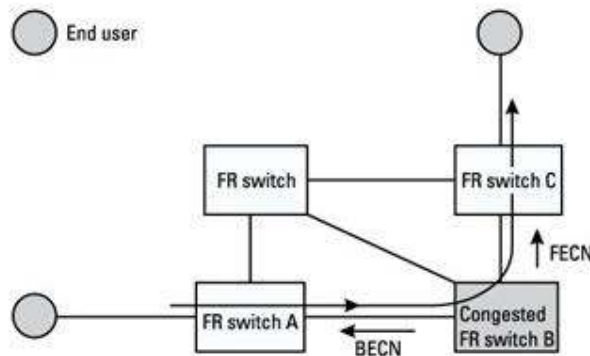
۲- دور انداختن فریم های انتخابی

این مکانیزم ها از بیت های ویژه ای در سرآیند هر فریم برای این کار استفاده می کنند (بیت های

DE ، BECN و FECN).

**بیت های اخطار ازدحام:**

مکانیزم اول از دو بیت اخطار ازدحام (FECN, BECN) در سرآیند فریم استفاده می کند. شکل زیر طریقه استفاده از این بیت ها را نشان می دهد:



شکل 12

فرض کنیم که سوئیچ B (مستطیل خاکستری رنگ) در حال نزدیک شدن به یک حالت ازدحام است. این ازدحام ممکن است از طریق ترافیک زیادی که از کاربران مختلف به سوئیچ می رسد ایجاد شود. فرستادن اخطار های ازدحام به صورت زیر خواهد بود:

۱- سوئیچ یک آشکارسازی ازدحام را که بر پایه اندازه گیری های داخلی مانند مقدار استفاده

از حافظه یا طول صف ورودی است انجام میدهد.

۲- سوئیچ وقوع ازدحام را از طریق تغییر مقدار فیلد FECN از صفر به یک در سرآیند فریم

های ارسالی اعلام می کند.

۳- سوئیچ همه فریم هایی که در جهت عکس می رسند را نیز دستکاری می کند تا وقوع ازدحام

را به گره های قبلی اطلاع دهد. سوئیچ این کار را از طریق تغییر فیلد BECN انجام می

دهد.

### دور انداختن فریم های انتخابی:

استاندارد های باز پخش فریم تعیین کرده اند که موبایل باید در مقابل اخطار ازدحام ترافیک اش را کاهش دهد. ممکن است که موبایل قادر به جوابگویی به مکانیزم علامت دهی نباشد و اخطار ازدحام را نادیده بگیرد که این باعث وقوع ازدحام می شود. هنگامی که ازدحام اتفاق افتاد شبکه باید تعیین کند که کدام فریم ها دور انداخته شوند. این کار با بیت DE انجام می شود. هنگامی که بیت DE در یک فریم برابر با "۱" باشد آن فریم کاندیدای دور انداخته شدن در هنگام ازدحام است. هنگامی که یک منبع فریم ها را با نرخی بیشتر از حد شبکه بفرستد بیت DE به وسیله سوئیچ های بازپخش فریم برابر با "۱" می شود.

### عملیات علامت دهی :

در شبکه پیچیده ای مانند GPRS برای تبادل اطلاعات لازم بین گره های مختلف لازم است تا عملیات انتقال و کنترل در شبکه انجام شود. اطلاعاتی که استفاده می شود تا گره های مختلف شبکه را با هم هماهنگ کند اطلاعات علامت دهی (signaling) نامیده می شود. ما در این بخش به معرفی اطلاعات علامت دهی می پردازیم که برای ارتباط با یک شبکه مبتنی بر بسته خارج از شبکه GPRS لازم است .

### مدیریت بستر PDP :

یک بستر PDP (پروتکل انتقال بسته ) شامل اطلاعات مسیر یابی است که برای انتقال بسته های داده بین موبایل و GGSN برای دستیابی به یک شبکه مبتنی بر سوئیچینگ بسته خارجی استفاده می شود. این بستر به وسیله یک آدرس PDP انحصاری برای موبایل (آدرس IP موبایل ) شناخته می شود. این بدان معنی است که هر موبایل به تعداد بسترهای PDP که فعال کرده است آدرس PDP دارد .

مفهوم بستر PDP فرعی به این خاطر تعریف شده است تا بستر های مختلف PDP بتواند یک آدرس PDP مشابه را به اشتراک بگذارند و دسترسی مشابهی به شبکه مبتنی بر بسته خارجی داشته باشند. این مفهوم برای کاربردهای مولتی مدیا طراحی شده است. کاربردهای مولتی مدیا در هر یک از رسانه ها (مدیا ها) ویژگی های انتقال خاصی نیاز دارد و بر روی بستر PDP اختصاصی خودش نگاشت می شود .

هنگامی که آدرس یک بستر PDP فعال شود این بستر PDP در حالت فعال خواهد بود. قبل از

انتقال داده بین موبایل و GGSN لازم است که یک بستر PDP فعال شود .  
رویه های بستر PDP برای ایجاد، تغییر و حذف بستر های PDP در عناصر GGSN, SGSN و گوشی موبایل تهیه شده اند . پروتکل SM مابین موبایل و SGSN و پروتکل GTP مابین SGSN و GGSN به منظور انجام رویه های بستر PDP استفاده می شوند .

### تعریف بستر PDP :

- یک بستر PDP دسترسی به یک شبکه خارجی مبتنی بر سوئیچینگ بسته را از طریق شبکه GPRS فراهم می کند. داده هایی که پیوست می شوند شامل موارد زیر است :
- ۱- نام نقطه دسترسی (APN): یک ارجاع به یک GGSN است .
  - ۲- شناساگر نقطه دسترسی سرویس دهنده شبکه (NSAPI): یک راهنمای بستر PDP است که از سرویس هایی که توسط لایه SNDSP فراهم شده اند برای انتقال داده های GPRS استفاده می کند. بیشتر از یازده کاربرد ممکن است به وسیله پارامتر NSAPI بر روی لایه SNDCP تعریف شده باشند. پارامتر NSAPI در سرآیند لایه SNDCP وجود دارد .
  - ۳- شناساگر نقطه دسترسی سرویس دهنده (LLC SAPI) LLC: این پارامتر یک نقطه دسترسی سرویس دهنده (SAP) برای استفاده در انتقال داده های GPRS بر روی لایه LLC تعریف می کند.
  - ۴- آدرس PDP: آدرس موبایل را با توجه به یک بستر PDP خاص تعریف می کند. این فیلد شامل چند فیلد مختلف می شود از جمله: نوع PDP (IP یا PPP) ، نوع آدرس PDP ( IPv4 یا IPv6 ) و اطلاعات آدرسی شامل آدرس IP .
  - ۵- QoS: این پارامتر کیفیت خدمات را با توجه به یک بستر PDP خاص تعریف می کند.
  - ۶- اولویت رادیویی: این پارامتر سطح اولویتی که توسط موبایل در لایه های پایین تر برای انتقال داده استفاده می شود را با توجه به یک بستر PDP خاص تعیین می کند .
  - ۷- انتخاب های پیکربندی پروتکل: این پارامتر انتخاب های پروتکلی یک شبکه خارجی که به بستر PDP متصل شده است را تعریف می کند. این پارامتر ممکن است در برگیرنده اطلاعاتی درباره پروتکل ها باشد مانند پروتکل کنترل اتصال (LCP) ، پروتکل تعیین هویت پروتکل PPP (PAP) و پروتکل کنترل پروتکل اینترنت (IPCP) .
- بسترهای PDP مختلف می توانند در آن واحد در یک موبایل فعال شوند. این بدان معنی است که موبایل قادر است داده های کاربردهای مختلف را هم زمان دریافت و ارسال کند. هر بستر PDP

به وسیله پارامتر NSAPI در موبایل، SGSN و GGSN شناخته می شود. این شناساگر به منظور تعریف پیوند منطقی درگوشی موبایل میان لایه SMDCP و لایه کاربرد به کار می رود هر NSAPI با یک آدرس PDP خاص همبسته می شود. هنگامی که SGSN یک بسته را که برای یک گوشی موبایل آدرس دهی شده از GGSN دریافت کرد، NSAPI آن را به سرآیند لایه SMDCP بسته اضافه می کند. بنابراین هنگامی که گوشی موبایل یک بسته را از SGSN دریافت کند برنامه کاربردی مناسب برای آن به وسیله پارامتر NSAPI در سرآیند SMDCP بسته تعیین شده است.

### آدرس PDP :

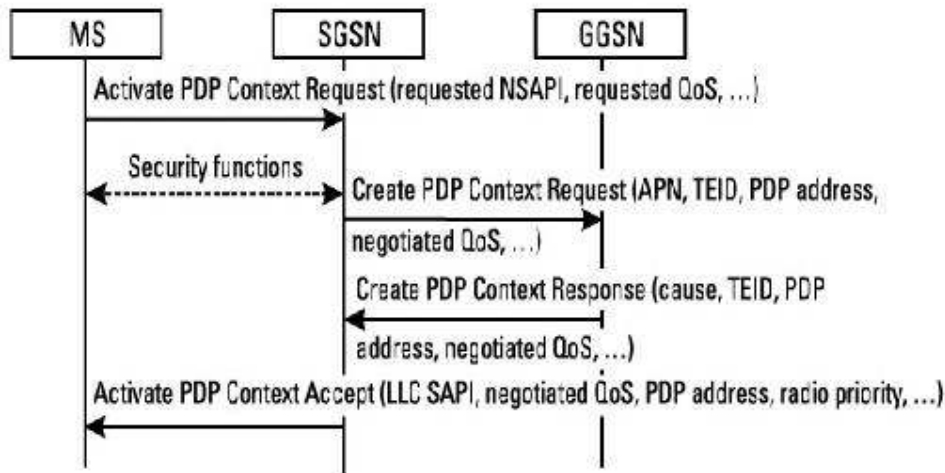
آدرس PDP (آدرس IP) یک موبایل ممکن است هنگامی که موبایل در شبکه مشترک می شود به صورت ایستا و آگذار شود و یا هنگامی که بستر فعال می شود به صورت پویا و آگذار شود. آدرس PDP ی که به صورت پایدار و آگذار شود یک آدرس PDP ایستا نامیده می شود در حالی که آدرس PDP ی که هنگام فعال شدن بستر PDP و آگذار شود بنام آدرس PDP پویا شناخته می شود. و آگذاری آدرس پویای PDP به وسیله GGSN ممکن است به دو طریق انجام شود. ۱- هنگامی که یک مدخل جدید در جدول بستر PDP اش ایجاد می کند ۲- یا به وسیله شبکه مبتنی بر بسته خارجی انجام شود.

### پروسه فعال سازی بستر PDP :

فعال سازی بستر PDP ممکن است به وسیله موبایل یا به وسیله GGSN شروع شود. آغاز فعال سازی بستر PDP به وسیله موبایل:  
هنگامی که یک موبایل بخواهد که یک بستر PDP را خلق کند پیام « درخواست فعال سازی بستر PDP » را برای SGSN می فرستد. این پیام شامل پارامتر های اختیاری است مانند: QoS تقاضا شده ، NSAPI درخواست شده ، آدرس PDP موبایل، انتخاب های پیکربندی پروتکل و نقطه دستر سی به شبکه . NSAPI درخواست شده از میان آنهایی انتخاب می شود که در حال حاضر به وسیله بستر PDP دیگری در موبایل استفاده نمی شوند. آدرس PDP فقط هنگامی فراهم می شود که موبایل خود یک آدرس ایستا داشته باشد.  
توابع امنیتی ممکن است برای تعیین هویت موبایل اجرا شوند. SGSN قادر است که آدرس GGSN را از شناساگر APN استنتاج کند تا بتواند درخواست موبایل (درخواست فعال سازی

بستر PDP) را برای GGSN بفرستد. SGSN یک تونل GTP را در راستای downlink ایجاد می کند تا بسته های IP ارسالی GGSN متعلق به خودش را تعیین مسیر کند. GGSN یک مدخل جدید را در جدول بستر PDP خودش ایجاد می کند تا بسته های IP را بین SGSN و شبکه مبتنی بر بسته خارجی مسیریابی کند. همچنین GGSN یک تونل GTP را در راستای uplink ایجاد می کند تا بسته های IP ارسالی از SGSN به خودش را تعیین مسیر کند. سپس GGSN نتیجه ایجاد بستر PDP را همراه با QoS توافق شده و در صورت لزوم آدرس PDP موبایل را برای SGSN می فرستد. سپس SGSN یک پیام «پذیرش فعال سازی بستر PDP» را همراه با پارامترهای QoS توافق شده، اولویت رادیویی و در صورت لزوم آدرس PDP موبایل را برای موبایل می فرستد.

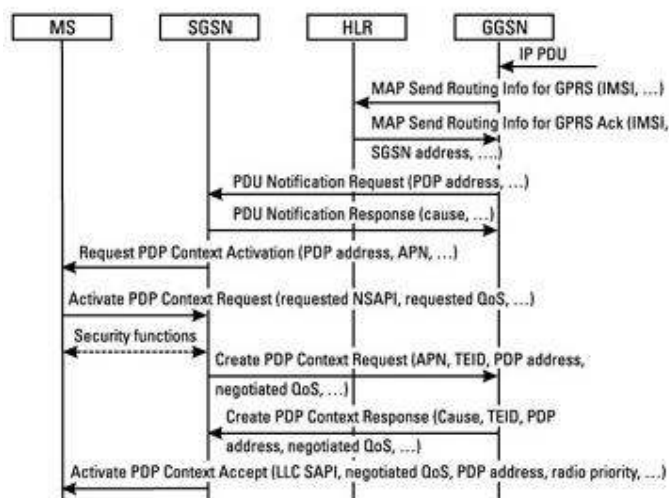
شکل زیر پروسه فعال سازی بستر PDP که به وسیله موبایل آغاز شده را نشان می دهد:



شکل 13

### آغاز فعال سازی بستر PDP به وسیله GGSN :

هنگامی که شبکه GPRS یک بسته IP را از یک شبکه خارجی در یافت می کند، GGSN بررسی می کند که آیا یک بستر PDP با آن آدرس (آدرس IP دریافتی) برقرار شده است یا خیر؟ اگر جواب منفی باشد GGSN یک «درخواست اطلاع بسته» را برای SGSN به منظور آغاز فعال سازی یک بستر PDP می فرستد. GGSN آدرس IP متعلق به SGSN مناسب را از طریق بررسی HLR از روی شماره شناسایی جهانی مشترک موبایل بازیابی می کند. سپس SGSN برای موبایل یک درخواست مبتنی بر فعال سازی بستر PDP تعیین شده را می فرستد. سپس پروسه فعال سازی بستر PDP به وسیله موبایل انجام می شود. در این زمان بستر PDP فعال شده است و بسته IP می تواند از SGSN به گوشی موبایل فرستاده شود. شکل زیر این روند را نشان میدهد:



شکل 14

## : WAP

پروتکل WAP طراحی شده است تا محتوای اینترنت را بر روی client های بیسیم مانند گوشی های موبایل نشان دهد. استاندارد WAP بر روی استاندارد اینترنت (TCP/IP, XML) پایه ریزی شده است. این استاندارد در سال ۱۹۹۷ به وسیله گروه WAP که شامل شرکت های Ericsson, Nokia, Motorola و Unwired planet بود انتشار یافت. از آنجایی که ابزار های بیسیم دارای محدودیت های زیادی هستند مانند: صفحه نمایش کوچک، حافظه داخلی کوچک و پردازشگر ضعیف، در استاندارد WAP از زبان جداگانه ای برای نوشتن صفحات اینترنتی استفاده می شود که WML نام دارد.

## WML

زبان نشانه گذاری بیسیم یا WML زبانی است که طراحی شده است تا صفحاتی که در مرورگر های WAP قابل نمایش باشند را ایجاد کند. این زبان جایگزین HTML شده است و بر پایه XML 1.0 بنا نهاده شده است. این زبان بسیار محدودتر از HTML است. مثلا نمایش جداول و تصاویر در آن بسیار محدود است.

در WML صفحات DECK نامیده می شوند. DECK ها از یک گروه CARD ساخته می شوند که به وسیله پیوندها (Link) به هم مرتبط می شوند. یک CARD می تواند شامل نوشته، نشانه، پیوند، فیلد های ورودی و تصویر باشد. هنگامی که یک صفحه WML توسط یک گوشی موبایل درخواست می شود همه CARD های صفحه از سرور WAP مربوطه دانلود می شوند. نمونه ای از یک صفحه WML را می توانید در زیر ببینید:

```
<?"xml version="1.0?>
<wml>
<"card id="no1" title="Card 1">
<p>Hello World!</p>
<card/>
<"card id="no2" title="Card 2">
<p>Welcome to our WAP Tutorial!</p>
<card/>
</wml/>
```

همان طور که در مثال دیده می شود سند WML یک سند XML است. هر سند با تگ <wml> شروع می شود و با تگ </wml> خاتمه می یابد. هر CARD در میان دو تگ <card> و </card> قرار می گیرد. نتیجه این مثال در گوشی موبایل ممکن است مانند شکل زیر باشد:



شکل 15

توجه کنید که در هر لحظه فقط یک CARD نمایش داده می شود.

## WCDMA

ویژگی های WCDMA :

WCDMA یکی از فناوری های نسل سوم 3G است که دارای پهنای فرکانسی 5MHz است که نسبت به بقیه فناوری ها پهنای فرکانسی زیادی است. پیشوند W که از wideband مشتق شده نیز به همین معنی است. این فناوری از روشی بنام دسترسی چندگانه با طیف گسترده برای اختصاص پهنای باند به کاربران استفاده می کند که در زیر شرح داده می شود.

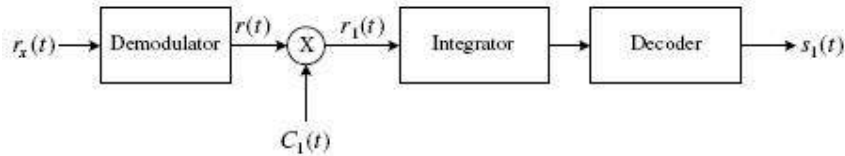
همان طور که می دانیم در فناوری های TDMA و FDMA به هر کاربر قسمتی از باند فرکانسی یا یک بازه زمانی مشخص اختصاص داده می شود تا مفهوم دسترسی چندگانه برآورده شود. بر خلاف این فناوری ها در طیف گسترده تک تک کاربران به طور همزمان از همه پهنای باند استفاده می کنند. این کار با تخصیص یک کُد شبه تصادفی به هر کاربر انجام می شود. این کُد ها که به عنوان شبه نویز (PN) نیز شناخته می شوند دنباله های تصادفی هستند که برای هر کاربر یکتا می باشند و به وسیله یک شیفت رجیستر چند مرحله ای تولید می شوند. گیرنده به وسیله ربط دادن این کُد ها به سیگنال دریافتی کاربران مختلف را از هم متمایز می کند.

تعداد زیادی روش طیف گسترده وجود دارد مانند: طیف گسترده با دنباله مستقیم (DSSS)، طیف گسترده با جهش فرکانسی (FHSS)، طیف گسترده با جهش زمانی (THSS) و روش های مرکب که از ترکیب اینها استفاده می کنند. فناوری WCDMA از روش طیف گسترده با دنباله مستقیم استفاده می کند.

در سیستم طیف گسترده با دنباله مستقیم که به نام CDMA نیز شناخته می شود به هر کاربر یک کُد PN یکتا داده می شود. جریان داده های کاربر به وسیله کُد PN گسترده می شود و سپس فرکانس حامل به وسیله مدولاتور مدوله می شود. نرخ clock گسترش کُد به نام نرخ chip شناخته می شود. نرخ chip تولید کُد PN معمولاً بسیار بیشتر از نرخ داده های کاربر است. نسبت نرخ chip به نرخ داده به نام فاکتور گسترش نامیده می شود که این فاکتور بین ۴ تا ۲۵۶ است.

#### اصول CDMA :

کُد های PN ویژگی های منحصر به فردی دارند یکی از این ویژگی ها این است که هنگامی که در فرستنده به وسیله کُد PN گسترش پیدا می کند، هر کانال فیزیکی یا برنامه کاربردی می تواند با استفاده از ضرب سیگنال دریافتی در کُد PN همراه با سیگنال به صورت یکتا در گیرنده شناسایی شود. برای نشان دادن اینکه چگونه گیرنده می تواند کاربر مناسب را از بین دیگر کاربران به وسیله کُد PN شناسایی کند مثالی می زنیم. شکل زیر را که نمودار بلوکی یک گیرنده CDMA است را در نظر بگیرید:



شکل 16

فرض می کنیم که گیرنده بخواهد داده های کاربر شماره 1 را آشکار کند. سیگنال دریافتی از کاربران مختلف ابتدا رمزگشایی (demodulated) می شود. خروجی رمز گشا که سیگنال پایه است در کُد PN کاربر شماره 1 ضرب می شود. نتیجه خروجی به یک همسو ساز می رود که در آنجا با پریود نماد همسو می شود. دیگر خروجی همسوساز را می خواند و آن را به داده های باینری تبدیل می کند. نتیجه این کار داده رسیده از کاربر شماره 1 است.

برای اینکه این کار را با فرمول تشریح کنیم فرض کنید که داده های هر کاربر  $S_i(t)$  باشد و کُد PN همراه با آن  $C_i(t)$  باشد. خروجی فرستنده بعد از گسترش آن  $V_i(t) = S_i(t) * C_i(t)$  است. توجه کنید که در  $S_i(t)$  یا  $C_i(t)$  سطح سیگنال +1 و -1 است که +1 نشان دهنده 0 دودویی و -1 نشان دهنده 1 دودویی است. اگر نویزی که به وسیله کانال تولید می شود ناچیز باشد سیگنال رمز گشایی شده باند پایه به وسیله فرمول زیر نشان داده شده است:

$$r(t) = \sum_{i=1}^N s_i(t) * C_i(t)$$

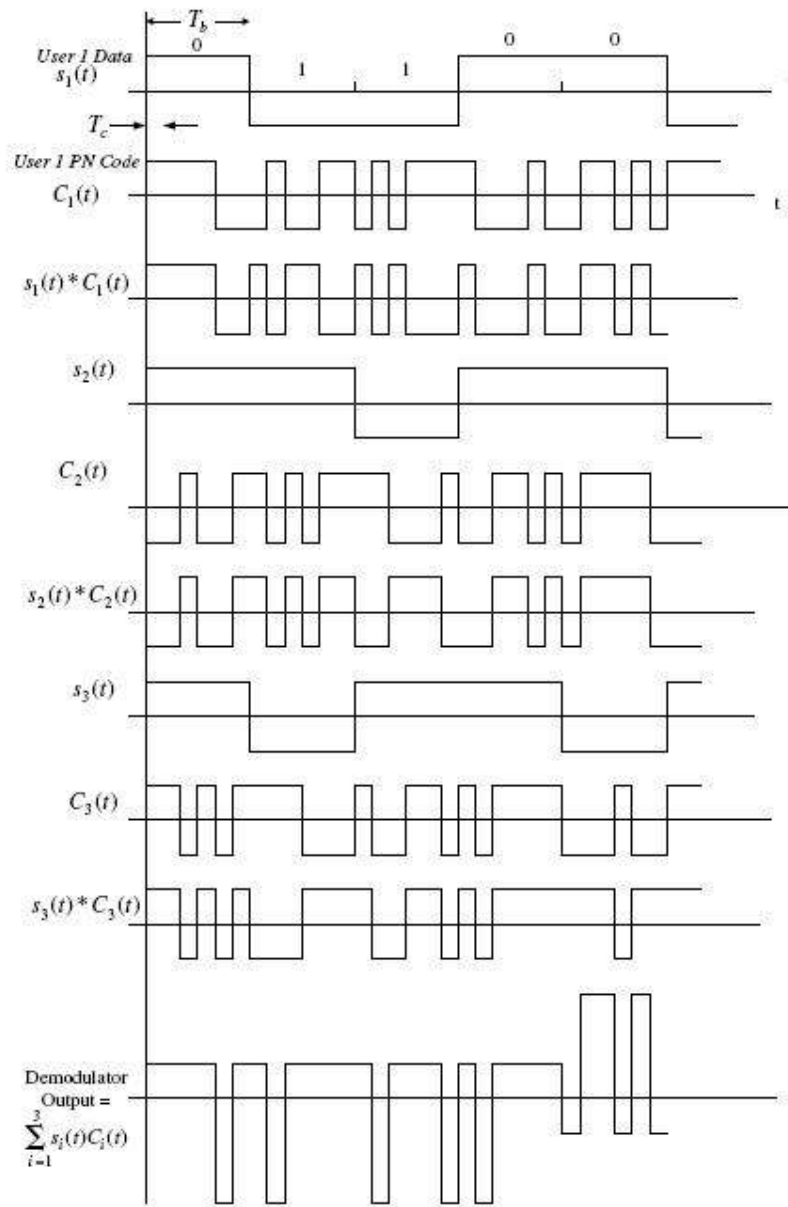
که در آن N تعداد کاربران سیستم است. اگر  $r(t)$  در کُد PN کاربر شماره یک ( $C_1(t)$ ) ضرب شود نتیجه خروجی برابر است با :

$$\begin{aligned} r_1(t) &= C_1(t) * r(t) = C_1(t) * \sum_{i=1}^N s_i(t) * C_i(t) \\ &= s_1(t) * C_1(t) * C_1(t) + s_2(t) * C_2(t) * C_1(t) + s_3(t) * C_3(t) * C_1(t) + \dots \end{aligned}$$

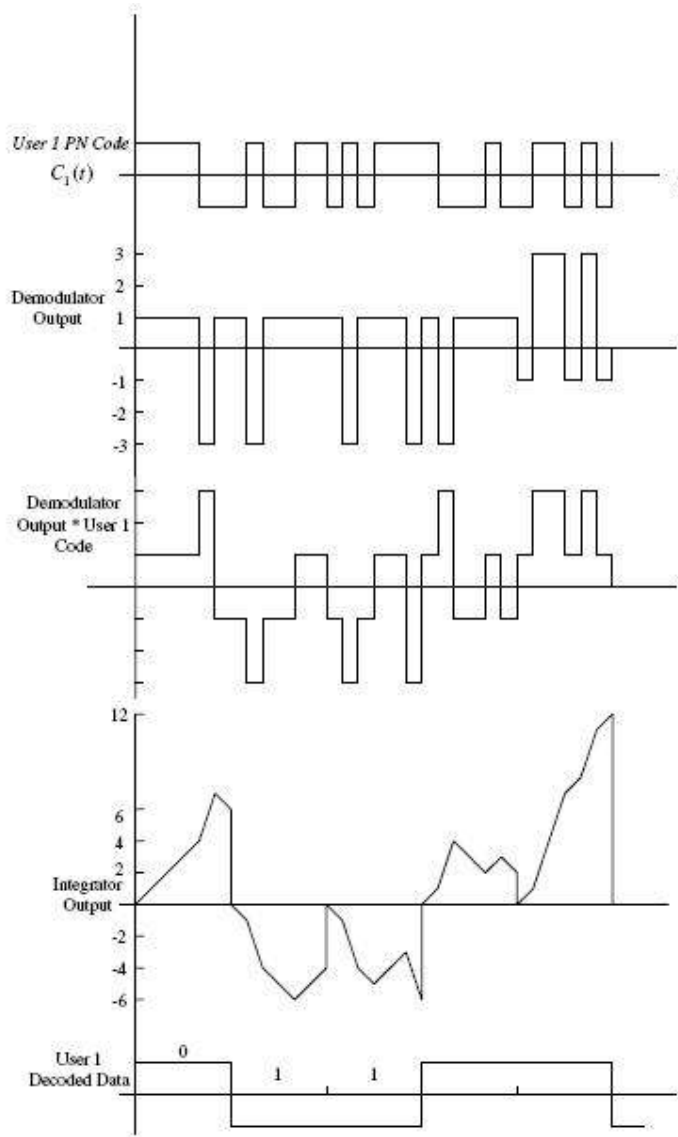
چون وابستگی بین  $C_1(t)$  و  $C_2(t)$  خیلی کم است قسمت دوم خط بالا هنگامی که با پریود نماد همسو می شود به شکل نویز ظاهر می شود. خروجی همسو ساز ناشی از این ضرب مجازاً صفر است. این نتیجه برای ضرب سوم و بقیه نیز بدست می آید. خروجی همسوساز ناشی از ضرب اول هنگامی که با یک پریود نماد همسو شود  $S_1(t)$  می شود زیرا:

$$C_1(t) * C_1(t) = 1$$

در شکل زیر چگونگی انجام فرمول های بالا را می توانید ببینید:



شکل 17



شکل 18

