پیشگفتار ۳

بخش تاریخچه ومعرفی

تاریخچه BLUETOOTH ۵

نام BLUETOOTH ۶

علت BLUETOOTH ۶

فن آوری های رقیب ۸

-ساختار سیستم رادیویی BLUETOOTH : ۹

فصل اول:بررسی ساختار پروتکلی BLUETOOTH

۱-۱ ساختار پروتکلی BLUETOOTH ۱۳

۱-۱-۱- پروتکلهای انتقال ۱۵

۱-۱-۲- پروتکلهای میانی ۱۸

۱-۱-۳- برنامه های کاربردی ۲۱

فصل دوم: توصیف کلی شکل بسته ها و نحوه کنترل خطا

مشخصه های باند پایه ۲۴

توصیف کلی ۲۴

توصیف کلی بخش RF ۲۶

کانال فیزیکی ۲۸

ارتباطات فیزیکی ۲۸

بسته ها ۲۹

کد دسترسی ۳۰

انواع کدهای دسترسی ۳۱

کلمه همزمانی ۳۲

دنباله ۳۳

انواع بسته ها ۳۶

تشکیلات محموله ۴۶

دامنه صوتی ۴۶
دامنه داده ها ۴۶
تصحیح خطا ۵۲
جداسازی در نحوه ارسال مجدد ۵۶
بسته های BROADCAST ۵۸
آزمایش خطا ۵۹
فصل۳:بررسی وتحلیل بلوک های مختلف فرستنده وگیرنده BLUETOOTH
ـ معماری گیرنده ۶۴
ـ معماری فرستنده ۶۹
ـ معماری تولیدکننده کلاک CLOCK GENERATOR ۷۱
ـ نوسان ساز کنترل شده با ولتاژ VCO ۷۳
ـ ترکیب کننده فرکانسی SYNTHESIZER ۷۷
فصل ۴:مدلهای کاربردی BLUETOOTH
۴-۱- کامپیوتر بی سیم ۸۷
۴-۲-ULTIMATE HEADSET ۸۷
۴-۳- تلفن سه کاره ۸۷
۴-۴- انتقال داده و فایل ۸۸
۴-۵- پل اینترنت ۸۸
فصل۵:نتیجه گیری وپیشنهادات
۵-۱-نتیجه گیری ۹۰
۵-۲-پیشنهادات ۹۲
ضمائم ۹۳
واژگان اختصاری ۹۹
واژه نامه فارسی به ا نگلیسی ۱۰۲
منابع ومراجع ۱۰۶

بسم الله الرحمن الرحیم

پیشگفتار

در دهه های گذشته ، پیشرفت فناوری میکروالکترونیک و VLSI باعث گسترش استفاده همگانی از تجهیزات مخابراتی و محاسباتی در کاربردهای تجاری شده است. موفقیت محصولاتی از جمله کامپیوترهای شخصی و کیفی ، تلفن های بی سیم و سلولی (سیار) ، و تجهیزات جانبی آنها همواره کار دست و پاگیری بوده است که عمدتا با اتکا به کابلهای رابط خاص انجام می شده است.

اخیرا یک واسط رادیویی (بی سیم) همگانی برای ایجاد ارتباط بی سیم برد کوتاه طراحی شده است . این فناوری که Bluetooth نامیده شده است ، نیاز به استفاده از سیم و کابل و ارتباط دهنده های لازم برای برقراری ارتباط بین تلفن های بی سیم یا سلولی ، مودم ها ، کامپیوترها ، چاپگرها و ... فناوری ما را قادر به طراحی سیستمهای رادیویی کم توان ، کوچک و ارزان می کند و با توجه به این مزایا ، این سیستم ها را می توان به راحتی در تجهیزات قابل حمل موجود کار گذاشت . بدین ترتیب سیستم های رادایویی تعبیه شده باعث ایجاد ارتباطی همگانی و فراگیر می شود که این فناوری امکان تحقق ارتباط فوق را بدون هیچ گونه دخالت آشکار کاربر فراهم می کند.

مشخصه کلیدی آن پایداری ، پیچیدگی کم ، توان کم و هزینه کم است. با این که این تکنولوژی برای کار در محیط نویزی فرکانسی طراحی شده است. و از تاییدهای سریع و مدل پرش فرکانسی بهره می برد تا ارتباط را پایداری بخشد . عناصر بلوتوس در باند بی جواز ۲,۴GHz کار می کند و با کمک پرش فرکانسی پس از مبادله بسته ها از تداخل جلوگیری می کند. در قیاس با باقی سیستم های مشابه در چنین فرکانسی ، بلوتوس سریعتر پرش می کند و از بسته های کوچکتر بهره می برد .

بخش تاریخچه

و معرفی

تاریخچه Bluetooth

در سال ۱۹۹۴ مطالعاتی در شرکت اریکسون برای برقراری ارتباط رادیویی کم توان و ارزان بین تلفن های سیار و تجهیزات جانبی آنها آغاز شد شرایط مورد نظر برای قیمت ، ظرفیت و اندازه این سیستم چنان تعیین شد که این تکنیک از تمام راه حلهای مبتنی بر استفاده از کابل بین دستگاههای سیار پیشی گیرد. برای این کار ، ابتدا باید یک واسط رادیویی مناسب و یک بازه فرکانسی متناظر تعیین شود . همچنین واحد رادیویی باید به اندازه ای کوچک و کم مصرف باشد که بتوان آن را در دستگاههای قابل حمل کار گذاشت . باید بتوان توسط این فناوری هم صورت و هم داده را منتقل کرد، و بالاخره این فناوری باید در تمام دنیا قابل استفاده باشد.

تحقیقات به زودی نشان داد که یک راه حل مبتنی بر ارتباط رادیویی کوتاه برد برای این منظور مناسب است . هنگامی که طراحان اریکسون شروع به کار روی تراشه فرستنده/ گیرنده کردند ، به زودی مشخص شد که این کار نیازمند همکاری سایر شرکتها برای پیشبرد این فناوری است. این تلاش مشترک نه تنها برای بهبود کیفیت و تواناییهای محصولات ارائه شده ، بلکه برای ایجاد یک پایگاه یکپارچه و وسیع پشتیبانی کننده بازار در زمینه های سخت افزار کامپیوتر شخصی، کامپیوترهای قابل حمل، و تلفن های سیار نیز انجام شده است.

اریکسون، اینتل ، آی بی ام، توشیبا و نوکیا ، در سال ۱۹۹۸ یک گروه ویژه SIG (special interest group) تشکیل دادند . نگاهی به تخصص های اعضای این گروه به خوبی نشان دهنده تنوع دست اندر کاران لازم برای پشتیبانی خوب از این فناوری جدید است.

گروه SIG که در ابتدا ۵ عضو داشت، در حال حاضر بیش از ۲۱۰۰ عضو دارد که بر روی یک استاندارد باز برای Bluetooth کار می کنند . SIG همچنین روی یک فرآیند تضمین کیفیت کار کرده است که شرایط لازم برای تضمین کیفیت محصول مطابق ویژگیهای Bluetooth را تعیین می کند.

نام Bluetooth

در آغاز بکار، اریکسون نام رمز پروژه خود را Bluetooth قرار داد. این نام از یکی از پادشاهان وایکینگها در قرن دهم میلادی گرفته شده است. Harald Batland پادشاه دانمارک در سالهای بین ۹۴۰ تا ۹۸۵ میلادی بوده است. گرفته می شود که وی در مدت حکومت خود کشورهای اسکاندیناوی از جمله دانمارک و نروژ را متحد نمود . همچنین از او بعنوان فرمانروایی یاد می شود که مسیحیت را به شبه جزیره اسکاندیناوی وارد نمود. ترجمه ضعیفی از Batland در زبان انگلیسی، Bluetooth یا " دندان آبی " می باشد. هر چند منشا این نامگذاری مشخص نیست، اما گفته می شود که این نامگذاری بدلیل رنگ تیره چهره وی بوده که در میان وایکینگها معمول نبوده است. از آنجائیکه سرآغاز این استاندارد در اسکاندیناوی بوده و ایجاد کنندگان آن بر این باور بوده اند که این تکنولوژی بسوی یکسان نمودن و هماهنگی تمامی ارتباطات رادیویی برد کوتاه پیش می رود، نمی توان نامگذاری Bluetooth را بر روی آن توسط متخصصان Ericsson[1] کاملا بی دلیل تلقی نمود.

علت Bluetooth

همانگونه که قبلا نیز اشاره گردید ، هدف Bluetooth حذف سیمهای ارتباطی انتقال داده و صوت در مسافتهای کوتاه (تا یکصد متر) می باشد . با استفاده از این تکنولوژی ، دستگاههایی نظیر تلفنهای همراه، کامپیوترهای قابل حمل، دوربینهای دیجیتال ، PDAها[2] ، دستگاههای فاکس ، چاپگرها و ... می توانند در هر لحظه بدون نیاز به اتصال از طریق کابل، به برقراری ارتباط پرداخته و از سرویسهای یکدیگر استفاده نمایند. کامپیوترهای قابل حمل می توانند از طریق ایجاد یک شبکه آنی[3] به انتقال اطلاعات بپردازند یا از طریق یک تلفن همراه به اینترنت متصلل گردند . دستگاههایی نظیر چاپگرها ،

۱- به نظر می رسد که نام صحیح این شرکت ، Ericsson باشد که Eric نیز از جمله پادشاهان وایکینگها است.

۲ - Personal Digital Assistant

۳ - Ad hoc

ماشینهای فاکس و حتی خطوط تلفن عادی ، بدون احتیاج به کابلهای ارتباطی می توانند بعنوان منابع مشترک از این طریق در دسترس استفاده کنندگانی که در یک محیط کاری نظیر یک شرکت مشغول به فعالیت هستند، قرار گیرند.

در حالت کلی ، برای یک چنین ارتباطی نمی توان هیچگونه محدودیتی قائل گردید و از نظر تئوری انواع مختلف کاربردهای آن نامحدود است. تمامی تلاش SIG بر یان بوده که آن را بعنوان یک لایه فیزیکی مجزا برای ارتباطات بین دستگاهها بکار گیرد و برای استفاده پروتکلهایی نظیر TCP/IP که امروزه کاربردهای بسیاری دارد تطبیق دهد، بنحوی که نیازی به بازنویسی برنامه های کاربردی که از پروتکلهای دیگری برای برقراری ارتباط استفاده می کنند وجود نداشته باشد. در این حالت، Bluetooth تبدیل به یک واسط ارتباطی می گردد که برنامه ها بجای کابل، از آن برای انتقال اطلاعات خود استفاده می کنند. به همین منظور لایه های تطبیقی مختلفی در ساختار پروتکلی Bluetooth گنجانده شده که در بخشهای بعد مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

به منظور استفاده عمومی و مقبولیت همگانی Bluetooth در تمامی دستگاههایی که نیاز به ارتباطات رادیویی برد کوتاه دارند، تمامی سخت افزار سیستم که شامل یک فرستنده – گیرنده رادیویی نیز می گردد ، بصورت یک تک تراشه[۱] به بازار عرضه شده است که ابعادی بسیار کوچک داشته و برای استفاده در هر وسیله ای کاملا مناسب می باشد. شرکتهای تولید کننده به منظور تشویق استفاده هر چه بیشتر از این تراشه سیاستهای خود را بر پایه هر چه ارزانتر ساختن آنها قرار داده اند، تا جائیکه قیمت چنین تک تراشه ای تا پنج دلار کاهش یابد.

با توجه به پشتیبانی بسیار قوی از جانب شرکتهای پیشرو در SIG از سویی و از سوی دیگر استقبال از این تکنولوژی در دنیا، به نظر می رسد طی چند سال آینده Bluetooth خود را کاملا

[۴]- Single Chip

جایگزین استانداردهای ارتباطی فعلی خواهد نمود و از آنجائیکه یک استاندارد باز[1] می باشد محدودیتی برای توسعه کاربردهای خود نخواهد داشت .

فن آوری های رقیب :

رقیب اصلی Bluetooth در بازار جایگزینی کابلهای رابط IrDA است. این فناوری یک واسط مادون قرمز است که ارتباط بی سیم بین دستگاهها را بر قرار می کند . این تکنیک در بازار مصرف کاملا شناخته شده است اما تمام محصولات موجود در بازار از یک پیاده سازی استاندارد پیروی نمی کنند . حداکثر نرخ اطلاعات قابل تبادل در این فناوری بیشتر از Bluetooth می باشد اما دو ضعف عمده آن محدود بودنش به ارتباط نقطه به نقطه (بین تنها دو دستگاه) و نیاز آن به ارتباط دید مستقیم است.

مهم ترین رقیب Bluetooth در بازار شبکه های محلی بی سیم، فناوری مبتنی بر استاندارد IEEE ۸۰۲,۱۱ است. برخی از فناوری ها از روش های پرش فرکانسی نیز استفاده می کنند. تفاوت اصلی بین Bluetooth و این فناوری ها عبارتند از :

۱-این فناوری ها ظرفیت ارسال اطلاعات بیشتری دارند.

۲-تعداد کاربران همزمان در آنها بیشتر است.

۳-سخت افزار مورد نیاز در Bluetooth به مراتب کوچک تر است.

۴-قیمت واحدهای Bluetooth به مراتب کمتر است.تعداد پرش های فرکانسی (در واحد زمان) به مراتب بیشتر است.

UWB یک فناوری رادیویی جدید است که ایده مورد استفاده در این فناوری شبیه به رادار است، پالس های کوتاه در محدوده فرکانسی وسیعی ارسال می شوند و اطلاعات در زمان و فرکانس پالس ها نهفته است. این تکنیک هنوز کاملا توسعه نیافته است ولی ممکن است خطری برای سیستم Bluetooth

[1] - Open Standard

باشد، چون مصرف توان و ظرفیت ارسال آن بسیار خوب می باشد. نمونه های اولیه این فناوری دارای ظرفیت ارسال تا ۱،۲۵ Mb/s با برد ۷۰ متر و مصرف تنها ۰،۵mW توان هستند.

فناوری دیگر home RF نام دارد که از ایده DECT گرفته شده است و همانند Bluetooth در باند فرکانسی ۲،۴GHz کار می کند و به عنوان روشی برای بازار لوازم خانگی طراحی گردیده است. شباهت زیادی بین این دو فناوری وجود دارد، مانند هزینه هر واحد ، برد ، توان ارسالی ، و ... . تفاوت اصلی این دو فناوری در این است که در home RF امکان برقراری ارتباط بین ۱۲۷ واحد در هر شبکه وجود دارد و تعداد پرش فرکانسی در هر ثانیه ۵۰ بار است که این اعداد برای Bluetooth به ترتیب ۸ و ۱۶۰۰ می باشد .

- **ساختار سیستم رادیویی Bluetooth :**

انتخاب طیف رادیویی در ابتدا با فرض عدم نیاز به وجود اپراتور برای عملکرد سیستم تعیین می شود . بر این مبنا طیف انتخابی باید بدون نیاز به گرفتن مجوز توسط عموم قابل استفاده باشد. و خوشبختانه یک باند فرکانسی بدون مجوز در سطح جهانی وجود دارد به نام باند ISM حول فرکانس ۲،۴۵GHz .

قوانینی و مقررات موجود در خصوص نحوه استفاده از این پهنای باند اگر چه در نقاط مختلف دنیا تفاوت هایی دارد اما هدف تمامی آنها قادر ساختن هر کاربر به دسترسی عادلانه به باند فرکانسی است . این قوانین به طور کلی نحوه پخش شدن انرژی سیگنال در باند و حداکثر توان قابل ارسال را تعیین می کنند. برای عمل کردن سیستم در بعد جهانی نیازمند تکنیکی هستیم که بتواند همزمان تمام قوانین و مقررات را تامین کند. بنابراین هدف طراحی سیستم یبر اساس حداقل نیازها است.

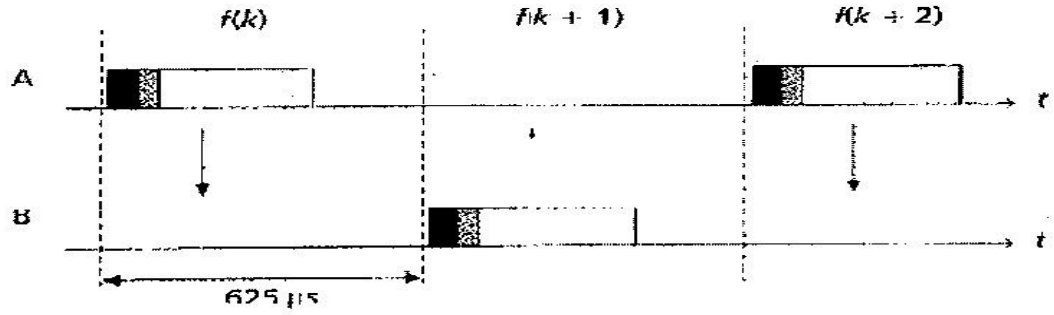
از آنجا که استفاده از باند فرکانسی توسط هر فرستنده رادیویی ، تا زمانی که از مقررات تخطی نکند آزاد است، ایمنی سیستم در مقابل تداخل مساله ای مهم می باشد. دامنه این تداخل در باند ISM قابل پیش بینی نیست. فرستنده های رادیویی در این باند ، توانی از حدود ۱۰mW تا ۱W دارند . علاوه بر تداخل از منابع خارجی ، تداخل از طرف سایر کاربران Bluetooth نیز باید در نظر گرفت.

ایمنی در مقابل تداخل را می توان به دو روش کم کردن تداخل و یا پرهیز از تداخل به دست آورد . برای کم کردن تداخل می توان از سیستم های کد کردن مورد استفاده در CDMA سود جست، اما محدوده دینامیکی سیگنال های تداخل کننده و سیگنالهای مورد نظر در یک محیط ارتباطی موردی بدون هماهنگی ممکن است بسیار زیاد باشد . با در نظر گرفتن فواصل دور یا نزدیک و تفاوت توان سیگنال های فرستنده های نا هماهنگ ، اختلاف سطح توان بیش از ۵۰dB نیز ممکن است. از آنجا که نرخ ارسال اطلاعات کاربر در این سیستم در حدود حداکثر ۱Mb/s پیش بینی شده است، امکان به دست آوردن کارایی مناسب در حذف تداخل با استفاده از روش های کد کردن معمول ممکن نیست . در عوض ، پرهیز از تداخل روش جذاب تری است زیرا در این روش می توان سیگنال مورد نظر را در نقاطی از فرکانس یا زمان که تداخل کمتر است یا وجود ندارد ارسال نمود.

پرهیز از تداخل در حوزه زمان در صورتی که سیگنال ارسالی قابل قطع کردن باشد و تداخل در زمان محدودی (به صورت پالسی) باشد، امکان پذیر است. اما پرهیز از تداخل در حوزه فرکانس عملی تر است. از آنجا که باند فرکانسی ISM در حدود ۸۰MHz پهنای باند قابل استفاده برای کاربر در اختیار می گذارد و اکثر سیستم های رادیویی پهنای باند محدودی دارند، به احتمال زیاد بخشی از طیف را می توان یافت که در آن تداخل غالب نباشد . فیلتر کردن در حوزه فرکانس نیز تداخل ناشی از منابع در سایر بخش های باند را کاهش می دهد.

سزا و کار استفاده از کانال در Bluetooth بر اساس Hope Ferquency – CDMA بنا شده است. در باند ISM مجموعا ۷۹ فرکانس حامل (که به آنها فرکانس پرش می گویند) با فواصل ۱MHz تعریف شده اند . کانال ارتباطی در Bluetooth یک کانال با پرش فرکانسی (FH) با زمان توقف (dwell time) نامی ۶۲۵μs در هر فرکانس است. برای استفاده از کانال ارتباطی ، تعدادی زیاد پرش فرکانس شبه تصادفی تعریف شده است که فرکانس حاصل مورد استفاده در ارسال اطلاعهات طبق این دنباله تغییر می کند (به این ترتیب حتی اگر در فرکانسی تداخل غالب شود بخش ناچیزی از اطلاعات صدمه خواهد

دید) . دنباله هایی که در یک ارتباط خاص مورد استفاده قرار می گیرد توسط واحدی که کانال با پرش فرکانس را کنترل می کند (و به آن فرمانده گفته می شود Master) انتخاب می شود . سایر شرکت کنندگان در کانال ارتباطی (که فرمانبر نامیده می شوند Slave) توسط کدشناسایی فرمانده ، نظیر همان دنباله را انتخاب می کنند و با تنظیم سیگنال ساعت خود، پرش فرکانسی گیرنده خود را با واحد فرمانده همزمان می کنند. در حوزه زمان کانال به تعدادی بازه تقسیم می شود که طول هر یک $۶۲۵\mu s$ است. برای سادگی پیاده سازی، بازه های زمانی به تناوب برای ارسال و دریافت اطلاعات مورد استفاده قرار می گیرد. جدا کردن بازه های زمانی ارسال و دریافت به نحود موثری از بروز پدیده همشنوی crosstalk بین عملیات ارسال و دریافت جلوگیری می کند و راهکاری اساسی برای تحقق فرستنده و گیرنده روی تراشه است. همچنین چون بازه های زمانی ارسال و دریافت اطلاعات متفاوت است، فرکانس حامل ارسال و دریافت اطلاعات نیز متفاوت است. در شکل ۳ کانال با پرش فرکانسی و بازه های زمانی مورد استفاده در Bluetooth نشان داده شده است. توجه کنید که در حالت وجود چند خطا ارتباطی موردی از کانال های با پرش فرکانسی متفاوت استفاده می شود، که ممکن است بازه های زمانی آنها بر هم منطبق نباشد.



شکل ۱ : کانال با FH / TDD مورد استفاده در BLUETOOTH

فصل ۱

بررسی

ساختارپروتکلی

Bluetooth

۱-۱ ساختار پروتکلی Bluetooth [۱]

به منظور استفاده از سیستم رادیویی Bluetooth برای برقراری ارتباط و انتقال داده ها ، SIG لایه های مختلفی را که رهیک وظایف مشخصی دارند تدوین نموده که بوسیله آن کاربردهای مختلف این تکنولوژی را ممکن می سازد. این لایه ها که ساختار پروتکلی یا پشته پروتکلی Bluetooth نامیده می شود، شامل سه دسته عمده پروتکلها است.

- پروتکلیهای انتقال [۲]
- پروتکلهای میانی [۳]
- برنامه کاربردی [۴]

پروتکلهای انتقال، دسته زیرین پروتکلها در این ساختار هستند که به واحدهای Bluetooth اجازه می دهند یکدیگر را یافته و با یکدیگر به ایجاد ارتباط بپردازند. این گروه یک مسیر انتقال اطلاعات رابرای لایه های بالاتر فراهم می آورند و مدیریت و پیکر بندی ارتباطات را ممکن می سازند. این لایه ها مشخصا عبارتند از : درایو، Baseband ، LMP[۵] و L۲CAP[۶] .

پروتکلهای میانی به دو دسته تقسیم می شوند. دسته اول پروتکلهای هستند که در حال حاضر توسط برنامه های موجود مورد استفاده قرار می گیرند. این پروتکلها هیچگونه وابستگی خاصی به تکنولوژی Bluetooth ندارند و تنها از آن بعنوان وسیله ای برای برقراری ارتباط متقابل بهره می گیرند. از جمله آنها می توان به PPP، IP، TCP، WAP[۷] ، OBEX[۸] اشاره نمود. این پروتکلها در صورت نیاز باید برای استفاده از Bluetooth تطبیق گردند.

---

۱ - Bluetooth Protocol Stack
۲ - Transport Protocol
۳ - Middleware Protocol
۴ - Application Program
۵ - Line Managenent protocol
۶ - Logical Link Control and Adaptation Prottocol
۷ - Wireless Application Protocol
۸ - Object Exchange Pjrotocol

دسته دوم پروتکلهای میانی ، آنهایی هستند که توسط SIG ویژه Bluetooth طراحی شده اند. این پروتکلها که مشخصا سه پروتکل می باشند عبارتند از : ارتباطات فرکانس رادیویی RFCOMM[1] که مشخصا یک درگاه سریال را بوسیله Bluetooth شبیه سازی می کند، TCS-BIN[2] که یک پروتکل پیشرفته کنترل تلفن است که عملیاتی نظیر مدیریت گروه و کنترل تماس را انجام داده و پشتیبانی لازم برای ارتباط بین گوشیهای بی سیم و نقاط دسترسی ثابت آنها را فراهم یم آورد، و در نهایت یک پروتک اکتشاف سرویس و سرویس یابی بنام SDP[3] که به دستگاههای Bluetooth امکان می دهد از سرویسهای قابل ارائه توسط یکدیگر مطلع گشته و اطلاعات لازم برای نحوه استفاده از یان سرویسها را بدست آورند.

شکل۱-۱-دسته بندی لایه های پروتکلی Bluetooth

[1] - Radio Frequency Communication
[2] - Telephony Control specifivation Binary
[3] - Service Discovery Protocol

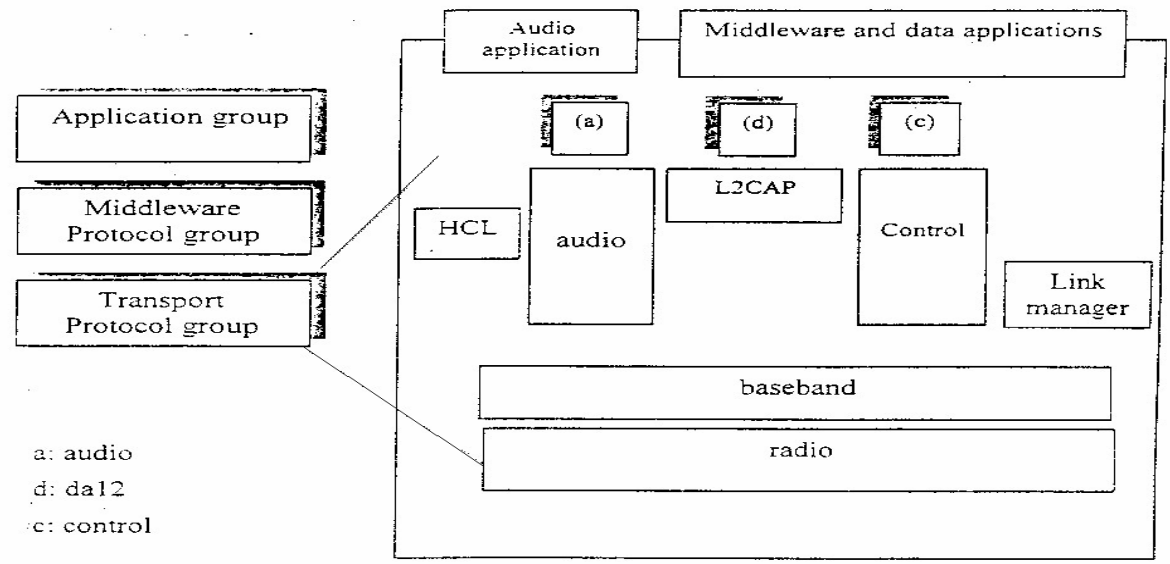
برنامه های کاربردی که در بالاترین لایه ساختار پروتکلی قرار گرفته اند، می توانند برنامه هایی باشند که بدون اطلاع از نحوه برقراری ارتباط به انجام وظایف خود بپردازند، مانند یک شماره گیر تلفن یا یک برنامه جستجوی اینترنت، یا برنامه هایی که از برقراری ارتباط توسط Bluetooth آگاهی دارند و از طریقی برخی امکانات ویژه آن به انجام وظایف مربوط به خود می پردازند.

۱-۱-۱- پروتکلهای انتقال

شکل ۱-۲ نحوه قرارگیری پروتکلهای انتقال در ساختار پروتکلی را نمایش می دهد. این لایه های توسط SIG برای انتقال داده و نیز صوت تدوین شده اند. این پروتکلها ارتباطات همگام و غیر همگام را پشتیبانی نموده، نیز ارتباطات صوت با نرخ ۶۴Kbps را ممکن مس سازند. به منظور تأمین کیفیت بالای سرویس برای انتقال صوت، بسته های اطلاعاتی حاوی صوت از اولویت بالاتری در هنگام ارسال برخوردارند.

لایه L2CAP

این لایه که پروتک تطبیق و کنترل منطقی ارتباط نامگذاری شده است، اولین بخشی است که دریافت کننده داده ها از برنماه های کاربردی می باشد . از طریق این لایه، تمامی جزئیات مربوط به داده ها و آنچه که واقعا در لایه های زیرین جریان دارد از دید لایه های بالاتر مخفی می گردد.



شکل۱-۲-پروتکلهای انتقال

L²CAP این امکان را برای پروتکلهای لایه های بالاتر و برنامه های کاربردی فراهم می آورد که بتوانند بطور مشترک از کانال رادیویی موجود استفاده کنند. (این امر اصطلاحا Protocol Multiplexing نامیده می شود.) همچنین L²CAP عمل تکه تکه نمودن[۱] و بازسازی [۲] بسته های اطلاعاتی بزرگ را انجام می دهد . بدین ترتیب، بسته های اطلاعاتی بزرگی که از سوی لایه های بالاتر به L²CAP داده می شوند، قطعه قطعه شده ، به بسته های کوچکتر تقسیم می شوند. در سمت گیرنده نیز این بسته های کوچک دوباره توسط L²CAP با یکدیگر ترکیب شده و بسته اطلاعاتی بزرگ اصلی را برای تحویل به لایه بالاتر شکل می دهند.

لایه LMP [۳]

لایه " مدیر ارتباط " وظیفه اداره و مدیریت ارتباطات ایجاد شده بین هر دو واحد Bluetooth را عهده دار است. در هر واحد Bluetooth ، لایه LMP به بررسی و کنترل ارتباطات همگام و غیر همگام موجود در ایجاد ارتباط یا قطع آن می پردازد. بعلاوه ، انجام عملیات تصدیق[۴] و تأیید صلاحیت هنگام استفاده از مکانیزمهای امنیتی تعریف شده نظیر فراهم نمودن کلیدهای رمز مختلف، تایید یا رد صلاحیت واحد مقابل برای استفاده از ارتباط موجود یا تولید کلیدهای رمز مختلف بر اساس شرایط متفاوت موجود، از جمله وظایف این لایه به شمار می رود. از سوی دیگر، صدور دستورات لازم به منطور استفاده از حالتهای کم توان تعریف شده در استاندارد و نیز کنترل توان ارسالی فرستنده رادیویی برای هر چه کمتر نمودن مصرف توان در سیستم و جلوگیری از تداخل، بر عهده LMP است.

لایه های Baseband و رادیو

Baseband پروسسه های دسترسی و برقراری ارتباط بین دو واحد را تعریف می کند، مکانیزمهای برقراری ارتباطات همگام و غیر همگام را پیاده سازی نموده، برای هر یک بسته های اطلاعاتی خاص خود

---

[۱] - Segementation
[۲] - Reassembly
[۳] - Link Management Protocol
[۴] - Authentication

را بکار می گیرد. امکان به اشتراک گذاری رادیویی بین واحدهای مختلف موجد در یک ریز شبکه را فراهم می آورد و عملیات لازم برای ساختن بسته های اطلاعاتی نظیر افزودن کد دسترسی، بخش آغازین، کدهای مختلف تصحیح و تشخیص خطا، و ... راانجام می دهد. همچنین یکی از مهمترین وظایف Baseband ، پیاده سازی الگوریتم شبه تصادفی پرش فرکانسی برای بکارگیری در یک ریز شبکه است.

بخش رادیو نیز همانگونه که قبلا توضیح داده شد، داده را تبدیل به سیگنالهای رادیویی مشخص نموده و ارسال می دارد. روش مدولاسیون و سطوح توان مختلفی که برای فرستنده – گیرنده رادیویی در نظر گرفته شده در فصول آتی بررسی خواهد شد.

لایه HCI

سه بخش یاد شده اخیر، بخشهای رادیو، Baseband ، LMP ، می توانند در یک تراشه مجتمع گشته و بر روی هم یک Bluetooth Module را بوجود آورند. این تراشه سپس به یک میزبان متصل شده و بدان امکان برقراری ارتباط از طریق Bluetooth را می دهد. میزبان ، لایه L۲CAP و هر لایه دیگری از ساختار پروتکلی را که بدان نیاز داشته باشد داراست . Bluetooth Module از طریق یک واسط فیزیکی نظیر USB[۱] یا درگاه RS-۲۳۲ یا UART[۲] به میزبان متصل گشته، داده ها و دستورات را رد و بدل می نماید. به منظور هماهنگی در نحوه ارتباط بین میزبانهای مختلف و تراشه های تولید شده از سوی سازندگان متفاوت ، استاندارد یک واسط مشترک را برای دستیابی لایه های بالاتر به لایه های پائین که درون تراشه قرار دارند تعریف کرده است. این لایه که واسط کنترلی میزبان[۳] یا HCI نامیده می شود از طریق واسطهای فیزیکی ذکر شده در فوق به لایه های بالای ساختار و برنامه های کاربردی اجازه می دهد به پارامترهای مهم در LMP و Baseband دسترسی داشته ، داده و دستورات خود را به آنها منتقل نموده و از شرایط مختلف موجود آگاه گردند . از طریق این دستورات ، Baseband و LMP وارد

[۱] - Universal Serial Bus
[۲] - Universal Asynchronous Receiver Transmitter
[۳] - Host Control Interface

حالتهای مختلف کاری خود می شوند یا عملیات خاصی را اجرا می نمایند و بوسیله اعلام رخدادهای[1] مختلف، لایه های بالاتر را از نتایج عملکرد Bluetooth Module مطلع می گردانند . ارتباطات مستمر داده نیز از این طریق بین دو بخش سخت افزار (Bluetooth Module) و نرم افزار (Host) صورت می گیرد.

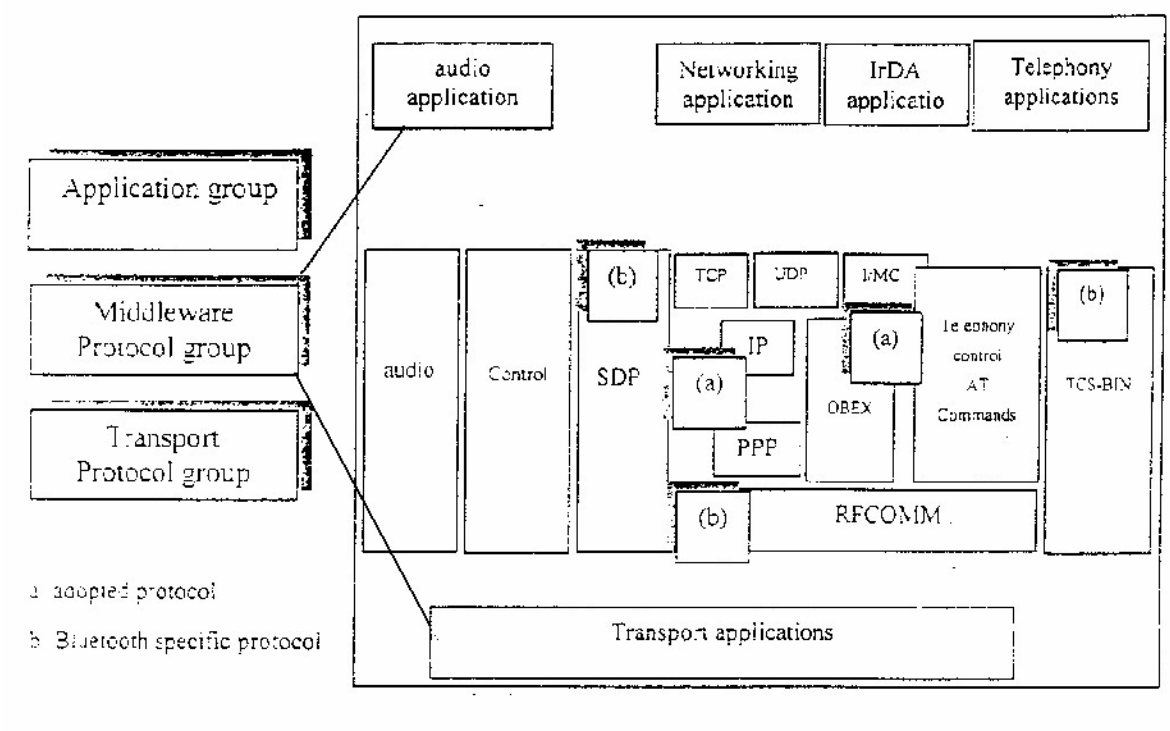
۱-۱-۲- پروتکلهای میانی

پروتکلهای میانی با برکارگیری پروتکلهای لایه انتقال واسطهای استانداردی را برای برنامه های کاربردی فراهم می آورند که استفاده آنها را از ارتباط رادیویی Bluetooth ممکن می سازد. در ذیل این لایه ها مختصرا مورد بحث قرار می گیرند.

لایه RFCOMM[2]

درگاههای سریال یکی از مهمترین و پرکاربردترین ابزارهای ارتباطی بین انواع مختلف دستگاهها هستند. اکثر این درگاهها برای برقراری ارتباط نیازمند کابلهای ویژه خود می باشند. از آنجائیکه استاندارد Bluetooth در صدد حذف کابلهای ارتباطی برمی آید، وجود یک سرویس بی سیم که جایگزین کابلهای ارتباطی سریال گردد از مهمترین ملزومات استاندارد است. لایه RFCOMM یک درگاه سریال مجازی[3] را برای برنامه های کاربردی شبیه سازی می کند بنحوی که برنامه کاربردی حتی متوجه نمی شود که بجای یک کابل سریال، ارتباط وی اط طریق Bluetooth برقرار شده است. بدین ترتیب برنامه های فعلی که از کابل برای تبادل اطلاعات استفاده می کنند بدون نیاز به هیچگونه تغییر یا تصحیحی می توانند از Bluetooth استفاده نمایند.

[1] - Events
[2] - Radio Frequency Communication
[3] - Virtual



شکل۱-۳- پروتکلهای میانی

لایه SDF[۱]

در ارتباطاتی که توسط Bluetooth برقرار می شوند، مهمترین ویژگی لحظه ای و پویا بودن ارتباط است. در چنین شرایطی امکان تعریف سرویسها از طریق پیکربندیهای عادی که در شبکه های امروزی متداول است(نظیر تعریف پارامترهایی نظیر DNS و ...) وجود ندارد . بنابراین واحدهای مختلف استفاده کننده باید بنحوی از سرویسهای موجود در واحدهای دیگر و نحوه استفاده از آنها مطلع گردند. در ساختار پروتکلی Bluetooth این وظیفه بر عهده پروتکل اکتشاف سرویس یا SDF قرار داده شده است. این پروتکل روش مشخصی برای دستگاههای استفاده کننده از Bluetooth فراهم می آورد تا اطلاعات لازم در مورد سرویسهای موجود و نحوه ارائه آنها را با یکدیگر رد و بدل کنند.

پروتکلهای IrDA[۲]

[۱] - Service Discovery Protocol
[۲] - Infrared Data Association

این پروتکلها که در اصل برای تبادل اطلاعات از طریق برقراری ارتباطات مادون قرمز طراحی گشته اند، توسط SIG برای استفاده در استاندارد Bluetooth بازنویسی شده اند . مهمترین این پروتکلها IrOBEX[۱] یا به اختصار OBEX نام دارد و نحوه تبادل اطلاعات در اشیاء مشخص نظیر کارتهای الکترونیکی، فایلها، پیامها و ... را توصیف می کند. پروتکل دیگر این گروه، IrMC[۲] است که به نحوه همگام سازی بین دستگاههایی نظیر PDAها ، کامپیوترهای قابل حمل و گوشیهای تلفن همراه اختصاص دارد.

لایه های شبکه

دسترسی به یک شبکه محلی یا اینترنت، یکی از مهمترین مدلهای کاربردی Bluetooth تلقی می شود. بدین منظور لایه های لام برای برقراری یک چنین دسترسی، بطور کامل در ساختار پروتکلی Bluetooth گنجانیده شده اند. پس از ایجاد یک ارتباط با یک نقطه دسترسی به شبکه یا با یک سرویس دهنده اینترنت از طریق خط تلفن، پروتکلهای استاندارد اینترنت نظیر UDP، TCP ، HTTP می توانند برای استفاده از سرویسهای موجود در شبکه از طریق ساختار پروتکلی Bluetooth بکار گرفته شوند.

لایه TCS[۳] و صوت

همانگونه که قبلا ذکر شد، یکی از مهمترین مزایای Bluetooth امکان انتقال صوت در کنار داده می باشد. پروتکل خاصی که در این قسمت برای پشتیبانی صوت در نظر گرفته شده، کنترل تلفن نام دارد . این لایه اموری نظیر کنترل تماس یا مدیریت گروه را انجام می دهد . این عملیات عموما در هنگام برقراری تماسهای صوتی صورت می گیرند که در آنها از TCS برای برقراری تماس و کنترل پارامترهای آن استفاده می شود. TCS ممکن است برای برقراری تماسهای داده ای نیز نظیر عملیات شماره گیری برای اتصال به شبکه [۴] بکار گرفته شود. از آنجائیکه این پروتکل از یک کدگذاری باینری برای دستورات خود استفاده می کند، عموما تحت عنوان TCS-BIN نیز شناخته می شود.

---

۱ - Infrared object Exchange
۲ - Infrared Mobile Communication
۳ - Telephony Control Specification
۴ - Dial – Up Network

در استاندارد Bluetooth ، امکانات ویژه ای برای انتقال صوت در نظر گرفته شده که آنرا از مسیر داده در ساختار پروتکلی کاملا جدا می سازد. در ساده ترین حالت، صوت می تواند از طریق مدارات واسط مربوط مستقیما به Baseband منتقل شده و از طریق ارتباطات همگام با اولویت بسیار بالا ارسال شود. هر واحد Bluetooth می تواند تا سه کانال صوتی با پهنای باند ۶۴Kbps را پشتیبانی نموده و در عین حال با پهنای باند محدود به ارسال و دریافت داده ها نیز بپردازد. دو روش کد نمودن صوت که در استاندارد Bluetooth تعریف شده اند عبارتند از PCM[۱] هشت بیتی لگاریتمی و مدولاسیوت CVSD[۲].

۱-۱-۳- برنامه های کاربردی

منظور از برنامه های کاربردی که در بالاترین سطح از ساختار پروتکلی Bluetooth قرار می گیرند، نرم افزارهایی هستند که از لایه های زیرین ساختار به منظور ارائه سرویسها و تأمین نیازهای کاربر از طریق بکارگیری ارتباطات Bluetooth استفاده می نمایند. شکل ۱-۴ سازماندهی این بخش را نشان می دهد.

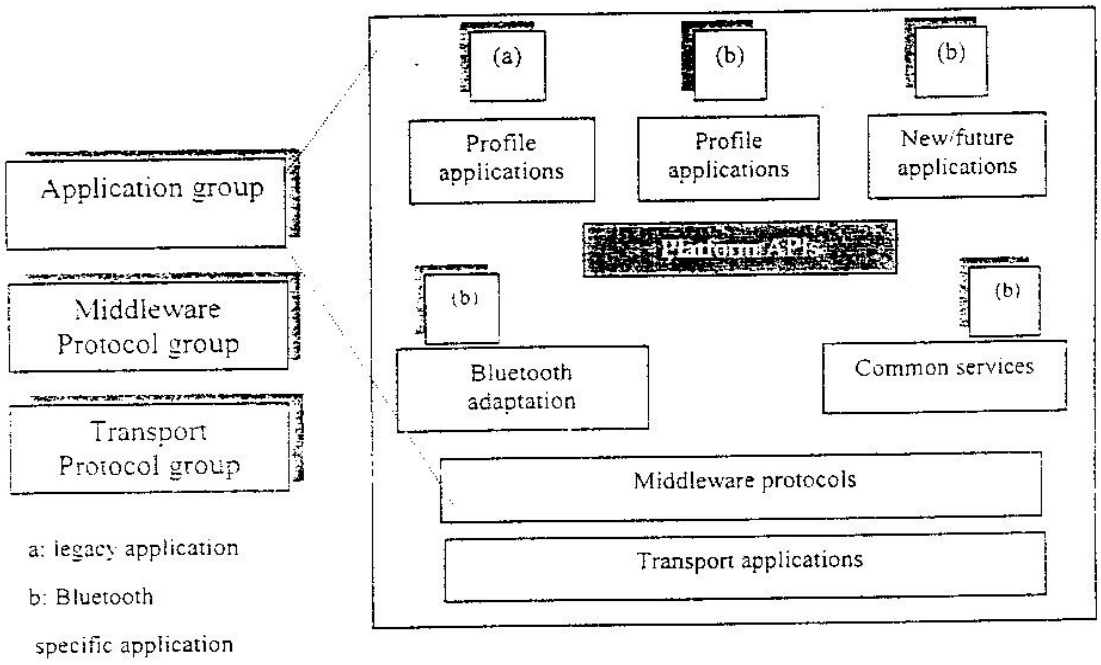
باید توجه داشت که استاندارد Bluetooth هیچگونه پروتکلی در سطح برنامه های کاربردی یا هیچ واسط برنامه نویسی[۳] (API) خاصی را تعریف نمی کند و این مهندسین نرم افزار هستند که پروتکلهای انتقال دیگری (غیر از Bluetooth) را بکار می برند. از آنجائیکه SIG لایه های انتقال استانداردی نظیر IrDA و RFCOMM را در این ساختار قرار داده است، تمامی برنامه هایی که نیازمند استفاده از ارتباطات سریال یا پروتکلهای مبنی بر IrDA هستند، بدون هیچ تغییری می توانند حتی بدون آنکه خود آگاه باشند بجای لایه های فیزیکی قبلی نظیر کابل سریال و ارتباط مادون قرمز از Bluetooth استفاده کنند.

دسته دیگر برنامه های کاربردی آنهایی هستند که مشخصا برای پیاده سازی مدلهای کاربردی Bluetooth یا استفاده از امکانات خاص آن ایجاد می شوند. چنین نرم افزارهایی عموما به یک سری سرویسهای مشترک نیازمندند که در شکل ۱-۴ تحت نام Common services مشخص شده است. از

---

[۱] - Pulse Code Modulation
[۲] - Continuous Programming Interface
[۳] - Application Programming Interface

جمله این سرویسها می توان به سرویسهای امنیتی[۱] ، سرویسهای مدیریت اتصال[۲] و سروسیهای SDP اشاره نمود.



شکل۱-۴- برنامه های کاربردی

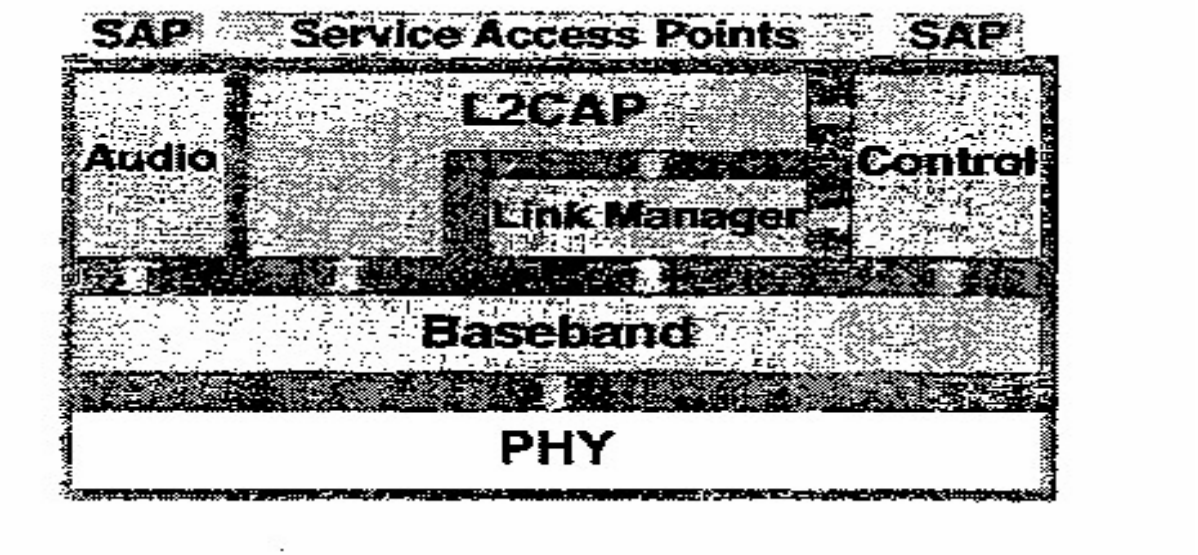
[۱] - Security Services
[۲] - Connection Management Services

فصل دوم

توصیف کلی شکل بسته ها و نحوه کنترل خطا

مشخصه های باند پایه

وظایف این فصل شامل تعریف شکل بسته ها و نحوه کنترل خطا در ارتباط Bluetooth می باشد. شکل زیر نحوه ارتباط دسته بندی پروتکل Bluetooth را با این مبحث نشان می دهد. در این بخش مشخسه ها کنترل کننده ارتباط Bluetooth که پروتکل های باند پایه و دیگر دستورالعمل های سطح پایین ارتباط را در بر می گیرند، تشریح می شوند.



شکل۲-۱-نحوه ارتباطی فصل مشترک باندپایهBB

توصیف کلی

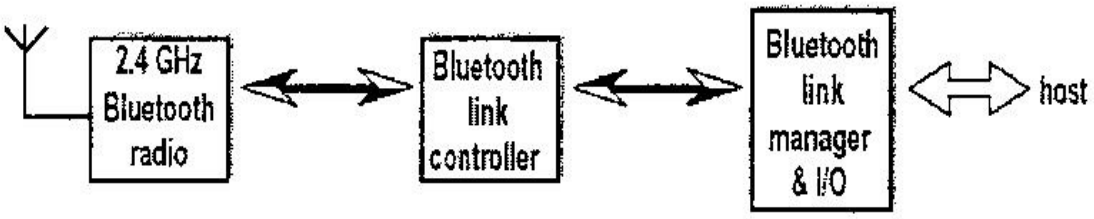
Bluetooth ، ارتباط رادیویی کوتاه بردی است که به منظور جایگزینی اتصالات کابلی قابل انتقال و یا وسایل الکترونیکی ثابت مورد استفاده قرار می گیرد. پایداری ، پیچیدگی کم ، توان مصرفی کم و کم هزینه بودن جزو ویژیگی های اساسی آن می باشد.

Bluetooth در باند بدون مجوز ISM در ۲,۴GHz کار می کند و فرستنده گیرنده ای که پرش فرکانسی دارد برای مقابله با تداخل و Fading بکار برده می شود. روش مدولاسیون FM باینری مشخصی برای حداقل کردن پیچیدگی فرستنده گیرنده بکار برده می شود. نرخ سمبل ۱ Msymbol/s

است. کانال تقسیم بندی شده با طول نامی $۶۲۵\mu s$ برای هر سیستم استفاده می شود. برای ایجاد شرایط مشابه با انتقال دوطرفه کامل روش تقسیم زمانی دوطرفه (TDD) مورد استفاده قرار می گیرد.

اطلاعات در میان بسته ها روی کانال مبادله می شوند. هر بسته روی فرکانس پرشی متفاوت ارسال می شود. یک بسته بطور معمول در یک تقسیم زمانی جای می گیرد اما می تواند تا پنج تقسیم زمانی را اشغال نماید . پروتکل Bluetooth از ترکیب انواع سوئیچ مداری و بسته ای بهره مند می گردد . تقسیمات زمانی را می توان برای بسته های همزمان رزرو کرد. Bluetooth می تواند یک کانال داده غیر همزمان ، تا سه کانال صوتی همزمان آنی ، یا یک کانالی که بطور آنی داده غیرهمزمان و صوت همزمان را در بر میگیرد ، پشتیبانی نماید.

سیستم Bluetooth شامل واحد رادیویی ، واحد کنترل ارتباطی و یک واحد پشتیبانی برای مدیریت ارتباط و توابع مربوط به فصل مشترک با ترمینال واحد میزبان است . (شکل ۲-۲) . در این بخش مشخصه های کنترل کننده ارتباطی Bluetooth را که پروتکل های باند پایه ودیگر دستورالعمل های سطح پایین را در برمی گیرد، تشریح می شوند.



شکل۲-۲-بلوکهای عملیاتی مختلف درسیستمBluetooth

سیستم Bluetooth اتصال نقطه به نقطه یا نقطه به چند نقطه را ایجاد می کند. در اتصال نقطه به چند نقطه کانال بین چندین واحد Bluetooth به اشتراک گذاشته می شود. دو یا چند واحدی که در یک کانال مشترک هستند، تشکیل یک Piconet را می دهند. یک واحد Bluetooth بعنوان واحد فرمان

(Mastet) در این Piconet عمل می کند . به علاوه خیلی از واحدهای تحت فرمان (Slave) می توانند در وضعیت ارتباط دائم و تحت فرمان قطعی با Slave هیا پارک شده قادر به فعالیت روی کانال نیستند

ولی با Master در وضعیت همزمانی باقی می مانند . دسترسی به کانال در هر دو حالت فعال و پارک تحت کنترل واحد فرمان است.

توصیف کلی بخش RF

این بخش تحت مدولاسیون فرکانسی دیجیتال GFSK[1] عمل می کند . تفاوتی که این مدولاسیون با مدولاسیون FSK دارد در این است که در این مدولاسیون از یک فیلتر با پاسخ گاوسی استفاده می شود تا طیف فرکانسی را محدود نماید. چون مطابق تعریف تبدیل فوریه ، تغییر ناگهانی در حوزه زمان باعث پهن تر شدن پاسخ فرکانسی می شود بنابراین این فیلتر از این پهنا می کاهد و باعث مصرف کمتر توان می شود.

تابع تبدیل این فیلتر با عبارت زیر بیان می شود:

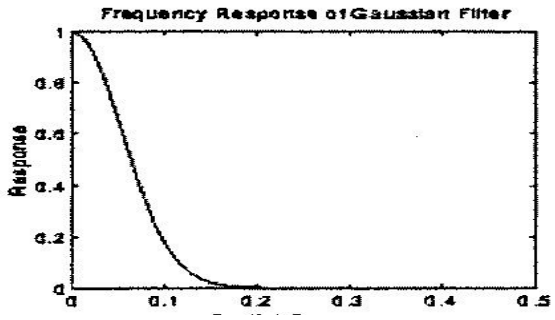
$$H(f) = \exp\left(\frac{-۱.۴f^۲}{B^۲}\right)$$

پاسخ فرکانسی این فیلتر به صورت شکل۲- ۳ می باشد .

[1] -Gaussian Frequency Shift Keying

$$H(f)=\exp\left(\frac{-1.4f^2}{B^2}\right)$$

این فیلتر به صورت شکل ۲-۳ می باشد.



شکل۲-۳:پاسخ فرکانسی فیلتر گاوسی

این مدولاسیون دارای حامل با فرکانس ۲,۴GHz می باشد و برای عدد یک شیفت فرکانسی مثبت و برای عدد صفر ، شیفت فرکانسی در جهت منفی به آن اعمال می شود. حداقل این شیفت ۱۱۵KHz و حداکثر آن ۱۷۵KHz می باشد که از پارامترهای مدولاسیون به دست می آیند . این پارامترها را می توان به صورت زیر بیان نمود:

$$k=\frac{۲f_d}{R}=۲f_dT$$ رابطه(۲-۱)

$$T=\frac{۱}{R}$$ رابطه(۲-۲)

$$B_T=۲(f_d+R)$$ رابطه(۲-۳)

در این رابطه ، k ضریب مدولاسیون و R نرخ داده و f_d شیفت فرکانسی است . با نرخ داده ۱ Mb/s ضریب مدولاسیون بین ۰,۲۸ و ۰,۳۵ میزان تغییر f_d مشخص خواهد شد.

رابطه بعدی قانون Carson می باشد که پهنای باند مورد استفاده را نشان می دهد.

برای هر کانال حداقل انحراف فرکانس از مقدار مینیمم تا مقدار ماکزیمم آن نباید زا ۸۰٪ انحراف فرکانسی مربوط به عدد باینری ۰۰۰۰۱۱۱۱ کمتر باشد.

کانال فیزیکی

تعریف کانال

یک کانال با ترتیبی شبه تصادفی در میان ۷۹ یا ۲۳ کانال رادیویی پرش می کند. این ترتیب پرش برای Piconet انحصاری است و توسط آدرس Master تعیین می گردد. فاز ترتیب پرش متوسط Clock مربوط به Master تعیین می شود.

کانال به تقسیمات زمانی که هر یک متناظر با یک فرکانس پرش رادیویی است، تقسیم بندی می شود. پرش های متوالی متناظر با فرکانس های پرشی مختلف است. نرخ معمول پرش hops/s ۱۶۰۰ است. تمام واحدهای Bluetooth مشترک در یک Piconet دارای زمان و پرش هماهنگ با کانال هستند .

ارتباطات فیزیکی

بین Master و Slave انواع مختلفی از ارتباط می تواند برقرار شود . دو نوع ارتباط بصورت زیر تعریف شده اند:

- ارتباط نوع همزمان بر اساس پیوستگی SCO
- ارتباط نوع غیر همزمان و بدون پیوستگی ACL

ارتباط SCO

ارتباط SCO بصورت متقارن و نقطه به نقطه بین واحد فرمان و واحد تحت فرمان مشخصی است . در ارتباط SCO تقسیم بندی های زمانی بصورت رزرو شده هستند و از این لحاظ اتصال بین Master و Slave بصورت سوئیچ مداری است. Master می تواند تا سه ارتباط SCO با یک یا چند Slave ایجاد نماید. هر Slave می تواند تا سه ارتباط SCO با یک Master و یا تا دو ارتباط SCO با Masterهای مختلف برقرار نماید . بسته های SCO هرگز ارسال مجدد نمی شوند. Master بسته های SCO را در فواصل معینی که T_{sco} نامیده می شود (بصورت شماره تقسیم بندی زماین) ، در تقسیم بندی های رزرو

شده Master به Slave به بسته SCO مربوط به Master پاسخ دهد ، مگر آنکه در تقسیم بندی قبلی Master به Slave ، Slave دیگری آدرس دهی شده ابشد.

ارتباط ACL

Master می تواند در تقسیم بندی هایی که برای ارتباطات SCO رزرو نشده اند ، با هر Slave بسته های داده مبادله نماید. ارتباط ACL اتصالی از نوع سوئیچ بسته ای بین Master و تمامی Slave های فعالی که در آ« Piconet اشتراک دارند، برقرار نماید. در اینحالت هر دو سرویس غیر همزمان و همزمان پشتیبانی می شود. بین هر Master و هر Slave تنها یک ارتباط ACL می توان ایجاد نمود . به منظور صحت در بسته های ارسالی غالب آنها همراه با ارسال مجدد فرستاده می شوند.

Slave تنها مجاز به ارجاع بسته ACL در تقسیم بندی برای Slave به Master است که در آدرس قبلی تقسیم بندی برای Master به Slave آدرس دهی شده باشد.

اگر Slave در رمزگشایی آدرس Slave در سربسته دچار اشکال شود، آن واحد مجاز به ارسال نمی باشد. بسته های ACLای که به Slave معینی آدرس دهی نشده باشند بسته های پخش (broadcast) نامیده می شوند و توسط هر Slave قابل خواندن است . اگر داده ای برای ارسال روی ارتباط ACL وجود نداشته باشد و نیازی به مرتب کردن درخواستها نباشد، نباید ارسالی صورت گیرد.

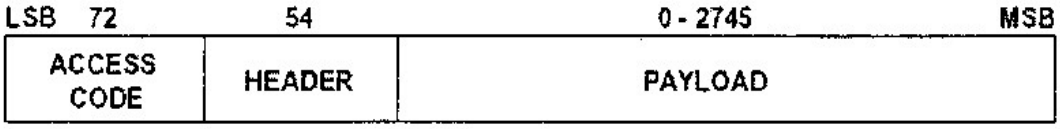
بسته ها

شکل کلی

برای تعاریف مربوط به بسته ها و پیام ها ترتیب بیتها طبق چند قاعده زیر صورت می گیرد:

- کم ارزش ترین بیت LSB متناظر با b۰ است.
- بیت LSB اولین بیت ارسالی است
- در توضیحات LSB در سمت چپ نشان داده می شود.

کنترل کننده ارتباط اولین بیت رسیده از لایه نرم افزار بالاتر را بعنوان b_0 تلقی می کند و این بیت اولیت بیتی است که در هوا ارسال می گردد . علاوه بر این دامنه داده ها که در سطح باند پایه ایجاد می شوند ، نظیر سربسته ها و طول محموله از طرف LSB ارسالی می شوند. مثلا برای ارسال یک پارامتر سه بیتی $X=3$ که بصورت $b_0b_1b_2=110$ می باشد . بیت ۱ در ابتدا و بیت ۰ در انتها ارسال می شود. اطلاعات کانال Piconet در بسته ها قرار می گیرند. شکل کلی بسته در شکل ۲-۴ نشان داده شده است.



شکل ۲-۴:شکل استانداردبسته

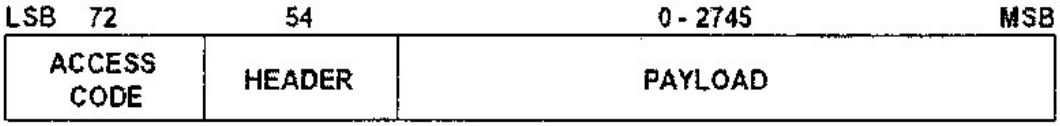
کد دسترسی و سربسته به ترتیب دارای اندازه ثابت ۷۲ و ۵۴ بیت هستند . محموله می تواند محدوده ای از صفر تا ۲۷۴۵ بیت داشته باشد . انواع بسته های مختلفی تعریف شده اند . گاهی ممکن است بسته ها بصورت کوتاه شده تنها شامل کد دسترسی ، کد دسترسی و سربسته ، یا کد دسترسی و سربسته و محموله باشد.

کد دسترسی

هر بسته ای با یک کد دسترسی شروع می شود. اگر سربسته بعد از کد دسترسی قرار گیرد طول کد دسترسی ۷۲ بیت است و در غیر این صورت ۶۸ بیت خواهد بود. این کد دسترسی بریا عملیات همزمانی ، حذف میزان جابجایی dc و شناسایی بکار برده می شود . کد دسترسی تمامی بسته هایی که روی کانال کد دسترسی Piconet مبادله می شوند را مشخص می نماید : تمام بسته هایی که در یک Piconet ارسال می شوند با کد دسترسی کانال یکسان شروع می شوند. در گیرنده یک همبستگی ساز قطعه ای در قبال کد دسترسی ایجاد همبستگی می نماید و وقتی مقدار آن از یک مقدار آستانه تجاوز نمود علامتی ایجاد می کند .

این علامت برای تعیین زمان بندی در دریافت مورد استفاده قرار می گیرد .

کد دسترسی برای paging و جستجو نیز به کار می رود . در اینجا کد دسترسی به تنهایی بعنوان پیغام علامت دهنده استفاده می شود و سربسته و محموله وجود ندارد. کد دسترسی بطوری که در شکل ۲-۵ معلوم شده است شامل مقدمه ، کلمه همزمانی و احتمالا یک دنباله می باشد.



شکل ۲-۵:شکل کد دسترسی

انواع کدهای دسترسی

سه نوع کد دسترسی مختلف تعریف می شوند :

- کد دسترسی کانال CAC[۱]
- کد دسترسی وسیله DAC[۲]
- کد دسترسی جستجو IAC[۳]

این کدها برای وسیله Bluetooth در شرایط مختلف مورد استفاده قرار می گیرند. کد دسترسی کانال Piconet مورد نظر را مشخص می کند . این در تمامی بسته هایی که در یک Piconet مبادله می شوند وجود دارد . کد دسترسی وسیله برای علامت دهی مخصوص یعنی Pagingو پاسخ به آن استفاده می شود. برای کد دسترسی جستجو دو گونه وجود دارد. یک کد دسترسی جستجوی معمولی GIAC[۴] برای همه وسایل مشترک است. GIAC را می توان برای یافتن واحدهای دیگری که در محدوده هستند

[۱] - Channel Access Code
[۲] - Device Access Code
[۳] - Inquiry Access Code
[۴] - General Inquiry Access Code

بکار برد. DIAC(Dedicated IAC) تنها برای یافتن این واحدهای ویژه در داخل محدوده استفاده میشود . CAC شامل مقدمه،کمله همزمانی و دنباله است و طول کلی آ» ۷۲ بیت است. DAC و IAC که خود حاوی پیغام هستند،بیتهای دنباله را در بر نمی گیرند و طولشان ۶۸ بیت است .

جدول ۱ انواع مختلف کدهایی دسترسی را بیان می کند.

Code type	LAP	Code length
CAC	Master	72
DAC	Paged unit	68/72
GIAC	Reserved	68/72
DIAC	Dedicated	68/72

جدول۲-۱- **انواع کدهای دسترسی**

بخش مقدمه

بخش مقدمه بخش مقدمه الگوی صفر و یک ثابت با چهار سمبل است که برای حذف dc بکار می رود. این ترتیب بسته به اینکه LSB بعداز کمله همزمانی ۱ یا ۰ است بترتیب بصورت ۱۰۱۰ یا ۰۱۰۱ می باشد (شکل ۲-۶) .

شکل ۲-۶:مقدمه

کلمه همزمانی

کلمه همزمانی یک کد ۶۴ بیتی است که از یک آدرس ۲۴ بیتی (LAP) مشتق گردیده است. در CAC از LAP مربوط به Master ،در GIAC و DIAC و حالت رزرو از LAPهای اختصاصی ،و در DAC

از LAP مربوط به Slave استفاده می شود. این ساختار فاصله hamming زیادی را بین کلمه های همزمانی که بر اساس CAP های مختلف هستند ،ایجادمی کند.

بعلاوه وضعیت خوب خود همبستگی کلمه همزمانی ، روند همزمان سازی زمانی را بهبود می بخشد.

دنباله[1]

دنباله در انتهای کلمه همزمانی و درست قبل از سربسته قرار گرفتن قرار می گیرد. این وضعیت نوعا در CAC وجود دارد ولی در DAC و LAC نیز به هنگامی که بسته های FHS[2] در حین پاسخگویی به Paging یا جستجو مبادله می شوند ، استفاده می شود.

دنباله الگوی صفر – یک ثابتی از چهار سمبل است. دنباله همراه با سه بیت MSB از کلمه همزمانی یک الگوی ۷ بیتی با صفر و یک متناوب را تشکیل می دهند که برای افزایش قابلیت جبران سازی dc بکار می روند. ترتیب دنباله بسته به یک صفر بودن بیت MSB از کلمه همزمانی بترتیب بصورت ۰۱۰۱ یا ۱۰۱۰ است.(شکل ۲-۷).

شکل ۲-۷:دنباله در CACوقتیMSBدرکلمه همزمانی صفر(الف)ویایک(ب)است

سربسته[3]

سربسته شامل اطلاعات کنترلی ارتباط LC است و شش دامنه دارد:

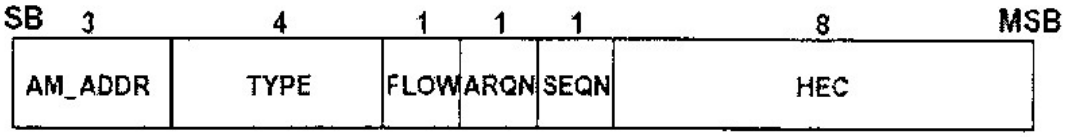
- AM-ADDR آدرس ۳ بینی مربوط به اعضای فعال
- TYPE کد ۴ بیتی نوع
- FLOW کنترل flow یک بیتی

[1] -Trailer
[2] -Frequncy Hop Synchronization
[3] -Header

- ARQN علامت دریافت یک بیتی
- SEQN شماره ترتیب یک بیتی
- HEC بررسی خطای سربسته ۸ بیتی

کل سربسته شامل ۱۸ بیت است (شکل ۲-۸) و با نرخ ۱/۳FEC به شکل سربسته ۵۴ بیتی رمز می شود. ارسال دامنه های AM-ADDR و TYPE از LSB شروع می شود.

توجه شود که رمز شدن با نرخ K/n به این مفهوم است که از هر n بیت کد، k بیت آن داده است و بقیه برای بررسی و اطمینان از صحت ارسال است.



شکل ۲-۸:آرایش بسته

AM-ADDR

AM-ADDR نمایانگر آدرس عضویت است و برای تشخیص بین اعضای فعال که در یک Pico net اشتراک دارند، بکار می رود. برای آن که هر Slave بطور جداگانه قابل شناسایی باشد هر یک از آنها با یک آدرس ۳ بیتی، در هنگامی که فعال هستند، مشخص می شوند. بسته هایی که بین Master و Slave مبادله می شوند. همگی AM-ADDR مربوط به آن Slave را در خود دارند یعنی این آدرس در هر دو بسته Master و Slave ها رزرو شده است. البته بسته FHS نیز بطور استثناء ممکن است از آدرس صفر استفاده کند ولی آن پیغام پخش نمی باشد. واحدهای Slave که اتصالشان قطع می شود یا بصورت پارک در می آیند AM-ADDR جدید به آنها تعلق می گیرد.

TYPE

۱۶ نوع مختلف بسته قابل شناسایی است . کد چهاربیتی TYPE نوع بسته مورد استفاده را مشخص می کند. کد TYPE به نوع ارتباط فیزیکی بستگی دارد. ابتدا بایستی مشخص شود که بسته روی ارتباط

SCO یا ACL ای که دریافت گردیده است را تعیین نمود. کد TYPE تعداد تقسیم بندی هایی را که بسته فعلی اشغال می نماید را نیز مشخص می کند.

FLOW

این بیت برای کنترل flow بسته ها روی ارتباط ACL بکار می رود. وقتی بافر RX مربوط به ارتباط ACL در طرف گیرنده پر باشد و تخلیه نشود یک علامت توقف STOP (FLOW=۰) برای توقف موقت ارسال داده ها برگردانده شود.

بسته هایی که تنها شامل اطلاعات کنترلی ارتباط (بسته های ID ، POLL و NULL) هستند یا بسته های SCO می توانند کماکان دریافت شوند. وقتی بافر RX خالی باشد، علامت حرکت GO (FLOW=۱) برگردانده می شود. وقتی بسته ای دریافت نشود یا سربسته دارای خطا باشد، علامت GO بطور تلویحی مفروض می شود. در این حالت Slave می تواند بسته جدیدی را همراه با CRC[۱] دریافت نماید ولو اینکه بافر RX مربوط به آن هنوز تخلیه نشده باشد. Slave باید یک پیام وصول منفی (NAK) را در پاسخ به این بسته، حتی در صورت صحت CRC ، برگرداند.

ARQN

علامت یک بیتی پیام وصول ARQN برای آگاهی واحد ارسال کننده محموله داده های همراه با CRC، از نحوه ارسال می باشد و می تواند پیام وصول مثبت (ACK) یا منفی (NAK) باشد. اگر دریافت موفقیت آمیز باشد (ARQN=۱) و در غیر اینصورت NAK (ARQN=۰) برگردانده می شود. اگر پیام برگشتی پیام وصول را نداشته باشد، NAK مفروض خواهد شد. همچنین در وضعیت متعارف NAK برگشت داده می شود. ARQN در سربسته برگشتی ارسال می شود. دریافت صحیح توسط کد CRC آزمایش می شود. هر ARQN مربوط به آخرین بسته دریافتی از واحد مورد نظر می باشد و شماره گذاری روی آنها صورت نمی گیرد.

[۱] -Cyclic Redundancy Check

SEQN

بیت SEQN روش شماره گذاری ترتیبی روی رشته بسته داده ها است. در هر بسته ارسالی جدید که شامل داده ها همراه با CRC می باشد، SEQN معکوس می شود. این بیت برای تعیین ارسال مجدد در مقصد لازم است.

اگر بدلیل عدم ACK ارسال مجدد روی دهد واحد مقصد همان بسته را مجددا دریالفت می کند. با مقایسه SEQN در بسته های متوالی، ارسال های مجدد مربوط به دریافتهای صحیح را می توان حذف نمود. در بسته های پخش روش ترتیب بهتری استفاده می شود.

HEC

هر سربسته دارای یک HEC[1] است که برای صحت آن بکار می رود. HEC شامل یک کلمه ۸ بیتی است که توسط چند جمله ای ۶۴۷ (در نمایش مبنای ۸ که نشانگر عدد دودویی ۱۱۰۱۰۰۱۱۱ است) تولید می شود. قبل از تولید HEC، تولید کننده HEC با یک مقدار ۸ بیتی مقدار دهی می شود. برای بسته های FHS که در پاسخ به Master در وضعیت page ارسال می شوند، بخش بالایی آدرس (UPA) مربوط به Slave استفاده می شود. برای بسته های FHS که در پاسخ به جستجو ارسال می شوند از یک آزمون اولیه (DCI[2]) استفاده می شود.

بعد از شروع حالت اولیه، HEC برای ۱۰ بیت سربسته محاسبه می شود. قبل از آزمون HEC گیرنده باید مدارات آزمون HEC را با UAP (یا DCI) ۸ بیتی صحیحی مقداردهی اولیه نماید. اگر HEC مورد آزمایش قرار نگیرد تمام بسته ها صرف نظر می شوند.

انواع بسته ها

بسته هایی که در Piconet استفاده می شوند با ارتباط فیزیکی بکار رفته در آنها مرتبط می باشند.

دو نوع ارتباط فیزیکی تعریف می شود: ارتباط SCO و ارتباط ACL.

[1] -Header Error Check
[2] - default check initialization

برای هر یک از این ارتباطات می توان ۱۲ نوع بسته مختلف تعریف نمود. چهار بسته کنترلی در تمامی انواع بسته ها مشترک باشد، کد TYPE در آنها بدون توجه به نوع ارتباط یکسان می باشد. برای مشخص کردن بسته های مختلف روی ارتباط کد چهاربیتی TYPE استفاده می شود. انواع بسته ها به چهار دسته تقسیم گردیده اند. اولین دسته برای چهار بسته کنترلی مشترک روی تمامی انواع ارتباطات فیزیکی رزرو می شود. دسته دوم برای دسته هایی که یک تقسیم بندی زمانی را اشغال می کنند. شش نوع بسته اینگونه تعریف شده اند.

دسته سوم برای بسته هایی که سه تقسیم بندی زمانی را اشغال می کنند. دو نوع بسته اینگونه تعریف شده اند. چهارمین دسته برای بسته هایی است که پنج تقسیم بندی زمانی را اشغال می کنند. دو نوع بسته اینگونه هستند. جدول ۲ جمع بندی اختصاری بسته های مربوط به انواع ارتباطات SCO و ACL را مشخص می نماید.

انواع بسته های مشترک

پنج نوع بسته بطور مستقل از نوع ارتباط فیزیکی تعریف می شود. به علاوه نوع ID برای استفاده در paging و جستجو تعریف می شود. تعاریف مربوط به این نوع بسته ها در زیر بیان می شود.

۱-بسته ID

بسته جستجو یا ID شامل کد دسترسی وسیله DAC یا کد دسترسی جستجو IAC می باشد. این بسته دارای طول ثابت ۶۸ بیت است. از آنجایی که گیرنده با استفاده از یک همبستگی ساز بیت، بسته دریافتی را با ترتیب بیت مشخص مربوط به بسته ID تطبیق می دهد بنابراین این نوع بسته بسیار مطمئن و پایدار است.

۲-بسته NULL

بسته NULL بدون بخش محموله می باشد و بنابراین تنها شامل کد دسترسی کانال و سربسته است. طول ثابت آن ۱۳۶ بیت است. بسته NULL با توجه به موفقیت در ارسالی قبلی (ARQN) یا وضعیت

بافر (FLOW)RX اطلاعات ارتباطی را به واحد ارسال بر می گرداند . خود بسته NULL نیازی به علامت وصول ندارد.

جدول۲-۲-تعریف بسته های انواع ارتباطاتSCOوACL

Segment	TYPE code $b_3b_2b_1b_0$	Slot occupancy	SCO link	ACL link
1	0000	1	NULL	NULL
	0001	1	POLL	POLL
	0010	1	FHS	FHS
	0011	1	DM1	DM1
2	0100	1	undefined	DH1
	0101	1	HV1	undefined
	0110	1	HV2	undefined
	0111	1	HV3	undefined
	1000	1	DV	undefined
	1001	1	undefined	AUX1
3	1010	3	undefined	DM3
	1011	3	undefined	DH3
	1100	3	undefined	undefined
	1101	3	undefined	undefined
4	1110	5	undefined	DM5
	1111	5	undefined	DH5

۳-بسته POLL

بسته POLL خیلی شبیه به بسته NULL است. این بسته نیز بدون محموله است و خلاف بسته NULL نیاز به تصدیق از طرف گیرنده دارد و جزو شمای ARQ نمی باشد. بسته POLL روی دامنه های ARQN و SEQN تاثیری نمی گذارد. Slave با دریافت بسته POLL باید پاسخ گویی نماید. بسته POLL را می توان توسط Master برای Slave های داخل یک Pico net استفاده کرد و این واحدها حتی در صورت نداشتن اطلاعات ارسالی باید پاسخ دهند.

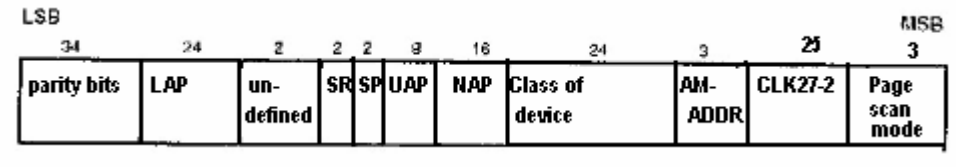
۴-بسته FHS

بسته FHS بسته کنترلی مخصوصی است که آدرس وسیله Bluetooth و Clock مربوط به فرستنده را از میان اطلاعات دیگر تفکیک می نماید. محموله شامل ۱۴۴ بیت اطلاعات همراه با ۱۶ بیت CRC می

باشد. محموله با نرخ FEC ۲/۳ رمز می شود و طول آن به ۲۴۰ بیت می رسد. FHS در یک تقسیم بندی زمانی قرار می گیرد. شکل ۲-۹ محموله FHS را تشریح می نماید.

محموله شامل یازده دامه است.(جدول۲- ۳).

بسته FHS در پاسخ گویی به page ، جستجو وعمل تعویض Master و Slave بکار می رود. در حالت پاسخ گویی به page یا عمل تعویض Master و Slave ، این بسته تا هنگام دریافت علامت وصول یا رسیدن به انقضای زمانی ارسال مجدد می گردد. در پاسخ گویی به جستجو علامت وصول ارسال نمی شود. بسته FHS شامل اطلاعات به موقع clock می باشد.



شکل ۲-۹:تشکیلات محموله FHS

ارسال های متوالی بسته FHS دارای اطلاعات زمانی تصحیح شده می باشند. همیشه هر ارسال مشمول آخرین اطلاعات clock از فرستنده است. بسته FHS برای همزمان سازی پرش فرکانس قبل از ایجاد کانال در Pico net یا وقتی که Pico net موجود به Pico net جدیدی تغییر می کند، استفاده می شود. در حالت اول، Slave هنوز با آدرس عضویت فعالی علامت گذاری نگردیده است. در این حالت دامنه AM-ADDR در سر بسته FHS با صفر پر می شود اما نباید بسته FHS را بعنوان بسته پخش در نظر گرفت.

در حالت دوم Slave دارای AM-ADDR در Pico net موجود می باشد و هر دامنه در جداول ۲-۴و۲-۵و۲- ۶ توضیح داده شده است.

جدول ۲-۳- تشریح محموله FHS

بیت های پریتی	این زمینه ۳۴ بیتی مشمول بیتهای پریتی است که اولین قسمت کلمه سینک کد دستیابی واحدی که پاکت FHS را می فرستد شکل می دهد.
LAP	این زمینه ۲۴ بیتی مشتمل بر قسمت آدرس پائینی واحد فرستنده FHS است
Reserved	این زمینه ۲ بیتی برای استفاده در آینده رزرو شده است و مقدارش صفر در نظر گرفته خواهد شد.
SR	این زمینه ۲ بیتی زمینه تکراری اسکن است و زمان بین ۲ پنجره اسکن صفحه ای را نشان می دهد جدول ۱۵ و ۲۳ را نگاه کنید.
UAP	زمینه ۸ بیتی مشتمل بر قسمت آدرس بالایی واحد فرستنده پاکت FHS است.
NAP	این زمینه ۱۶ بیتی مشتمل بر قسمت آدرس کم ارزش واحدی که FHS را می فرسته است (قسمت ۸،۱۳،۱ برای LAP ، UAP و NAP را نگاه کنید)
رده وسیله	این زمینه ۲۴ بیتی مشتمل بر رده وسیله واحدی که پاکت FHS را می فرستند می باشد این زمینه در قسمت ۳-۴-۲ توصیف شده است
AM-ADDR	این زمینه ۳ بیتی مشتمل بر تعداد آدرسها می باشد. پذیرنده اگر پاکت FHS در برقراری تماس و سوئیچ مستر اسلیو یک پاسخ اسلیو به یک متر یا پاسخ یک واحد به یک پیغام درخواستی لازم یک زمینه AM-ADDR همه صفر را شامل می شود اگر آن واحد فرستنده پاکت FHS را بفرستد.
Clx۲۷-۲	این زمینه ۲۶ بیتی مشتمل بر ارزش کلاک سیستم محلی واحدی که پاکت FHS را می فرستد می باشد. نمونه برداری شده در شروع انتقال که دستیابی به پاکت FHS این

	ارزش کلاک (ساعت) وقتی در حدود ۱/۲۵ms (در اسلات زمان) دارد برای هر انتقال جدید این زمینه به روز می شود تا اینکه بطور دقیق ارزش کلاک زمان واقعی را برگرداند
مد صفحه اسکن	این زمینه ۳ بیتی نشان می دهد که مد اسکن بوسیله پیش فرض و بوسیله فرستنده ، پاکت FHS استفاده می شود. تغییر صفحه اسکن در جدول ۱۷ نشان داده شده است استانداردها یک مد اسکن اجباری و حداکثر ۳ مد اسکن اختیاری را پشتیبانی می کند(پیوست D را ببینید).

جدول۲-۴-مفاددامنهRS

SR bit format b_1b_0	SR mode
00	R0
01	R1
10	R2
11	reserved

جدول۲-۵-مفاددامنهSP

SP bit format b_1b_0	SP mode
00	P0
01	P1
10	P2
11	reserved

جدول۲-۶-مفاددامنهpage scan mode

Bit format $b_2b_1b_0$	Page scan mode
000	Mandatory scan mode
001	Optional scan mode I
010	Optional scan mode II
011	Optional scan mode III
100	Reserved for future use
101	Reserved for future use
110	Reserved for future use
111	Reserved for future use

LAPو UAP و NAP با همدیگر آدرس ۴۸ بیتی مربوط به واحد فرستنده بسته FHS را تشکیل می دهند. با استفاده از بیت parity و LAP گیرنده می تواند مستقیما کد دسترسی کانال فرستنده بسته FHS را پی ریزی نماید.

۵-بسته DM۱

DM۱ بعنوان بخشی از قطعه اول مراسله برای پشتیبانی پیام های کنترلی در هر نوع ارتباط استفاده می شود. ولی همچنین می تواند اطلاعات منظمی که مربوط به مشترک است را حمل نماید. از آنجایی که بسته DM۱ روی ارتباط SCO قابل شناسایی است، می تواند برای ارسال اطلاعات کنترلی روی اطلاعات همزمان ایجاد وقفه نماید.

۶-بسته های SCO

بسته های SCO روی ارتباط همزمان SCO استفاده می شوند. این بسته بدون CRC هستند و هرگز ارسال مجدد نمی شوند. بسته های SCO به پورت همزمان (صوتی) مسیردهی می شوند. سه نوع بسته

خالص SCO تعریف می شوند. یک بسته SCO نیز که دامنه ای از داده های غیر همزمان را همراه با دامنه همزمان (صوتی) حمل می نماید، تعریف می شود.

۷-بسته HV۱

بسته HV۱ ۱۰ بیت اطلاعات را حمل می نماید. این بایت ها با نرخ FEC۱/۳ محافظت می شوند. CRC وجود ندارد. طول محموله با ۲۴۰ بیت تثبیت گردیده است. محموله بدون بخش مقدمه است. بسته های HV برای انتقال صوت و داده های همزمان بکار می رود. HV به معنی کیفیت بالای صوت است. این بسته های صوتی هرگز ارسال مجدد نمی شوند و نیازی به CRC ندارند. یک بسته HV۱ ۱/۲۵ ms صحبت را با نرخ ۶۴ kb/s حمل می کند. هر HV۱ بایستی به فواصل دو تقسیم بندی زمانی (Tsco=۲) ارسال شود.

۸-بسته HV۲

بسته HV۲ ۲۰ بایت اطلاعات را حمل می کند. بایت ها با نرخ FEC ۲/۳ محافظت می شوند. CRC وجود ندارد. طول ثابت محموله ۲۴۰ بیت است و محموله بخش مقدمه ندارد. یک HV۲ ۲/۵ms صحبت را با نرخ ۶۴kb/s حمل می کند. هر HV۲ به فواصل چهار تقسیم بندی زمانی (Tsco=۴) ارسال می شوند.

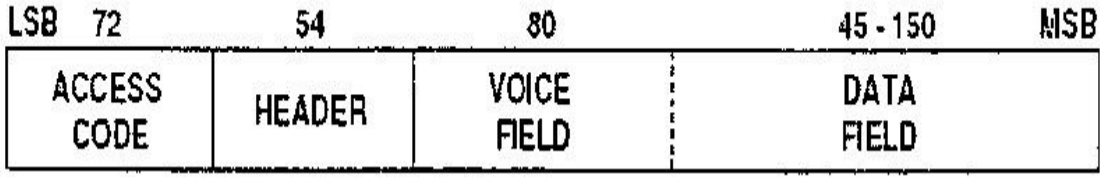
۹-بسته HV۳

این بسته ۳۰ بایت اطلاعات دارد و بدون FEC و CRC است. طول ثابت محموله ۲۴۰ بیت است و بخش مقدمه ندارد. هر HV۳ ^{ms}۳/۷۵ صحبت را با نرخ ۶۴ kb/s حمل می کند و به فواصل شش تقسیم بندی زمانی (Tsco=۴) ارسال می شود.

۱۰-بسته DV

بسته DV مخلوطی از داده و صوت است. محموله به دامنه ۸۰ بیتی صوت و داده های با طول حداکثر ۱۵۰ بیت (شکل ۱۴) تقسیم می شود. دامنه صوتی بدون FEC است. دامنه داده تا ۱۰ بایت اطلاعات (شامل ۱ بایت بخش مقدمه محموله) را در بر می گیرد و شامل CRC ۱۶ بیتی است.

دامنه داده با FEC به نرخ ۲/۳ رمز می شود. در صورت لزوم صفرهای اضافی برای اطمینان از اینکه تعداد کلی بیت های محموله قبل از رمز کردن ارسال شود جزو انواع بسته های SCO به شمار می رود. دامنه های صوت و داده بطور مجزا ایجاد می شوند. دامنه صوت شبیه به داده SCO و بدون ارسال مجدد ایجاد می شود . دامنه داده برای تعیین خطا آزموده می شود و در صورت لزوم مجددا ارسال می شود.



شکل۲-۱۰:تشکیلات بسته DV

بسته های ACL

بسته های ACL برای ارتباط غیرهمزمان استفاده می شوند. داده واحد مصرف کننده یا داده کنترلی را می توان با این بسته ها حمل کرد. هفت بسته ACL به انضمام بسته DM۱ تعریف شده اند. شش تا از آنها شامل کد CRC هستند و در صورت عدم تمایل وصول صحیح (به جز حالتی که فعالیت Flush رخ دهد) ارسال مجدد انجام می شود. بسته هفتم ACL یعنی بسته AUX۱ بدون CRC و ارسال مجدد است.

بسته DM۱

این بسته فقط اطلاعاتی از نوع داده ها را در بر می گیرد. DM به معنی نرخ متوسط داده ها است. محموله تا ۱۸ بایت اطلاعات (همراه با مقدمه ۱ بیتی محموله) بعلاوه CRC ۱۶ بیتی را شامل می شود. بسته

DM۱ تا یک تقسیم بندی را پر می کند، اطلاعات و بیتهای CRC با FEC به نرخ ۲/۳ که به هر قسمت ۱۰ بیتی ۵ بیت parity می افزاید، کد می شود. در صورت لزوم تعدادی صفر بعد از CRC به آن افزوده می شود تا مجموع بیتها (اطلاعات ، CRC و بیتهای دنباله) معادل ضریبی از ۱۰ گردد. مقدمه محموله در DM۱ فقط یک بایت است. نشانگر طول در مقدمه محموله تعداد داده های مشترک را مشخص می کند.(سوای از مقدمه محموله و کد CRC).

بسته DH۱

بسته DH۱ شبیه به بسته DM۱ است به جز اینکه اطلاعات محموله با FEC کد نمی شود.

در نتیجه فریم DH۱ می تواند تا ۲۸ بایت اطلاعات (همراه با یک بایت مقدمه محموله) به علاوه کد CRC ۱۶ بیتی را حمل نماید. DH به معنی نرخ بالای داده ها است.

بسته DM۳

بسته DM۳ بسته ای از نوع DM۱ است که دارای محموله بزرگتری است. این بسته ممکن است تا سه تقسیم زمانی را در بر گیرد. محموله تا ۱۲۳ بایت اطلاعات (همراه ۲ بایت مقدمه محموله) به علاوه ۱۶ بیت کد CRC شامل می شود. وقتی بسته DM۳ ارسال یا دریافت می شود پرش فرکانس در طول تقسیم بندی انجام نمی شود و فرکانس تغییر نمی کند.(اولین تقسیم بندی همان است که کد دسترسی کانال ارسال می شود).

بسته DH۳

این بسته شبیه به DM۳ است به جز آنکه محموله با FEC کد نمی شود. بنابراین محموله می تواند تا ۱۸۵ بایت اطلاعات را حمل کند. این بسته تا سه تقسیم بندی را می تواند در بر گیرد. در طول ارسال یا دریافت بسته DH۳ پرش فرکانس انجام نمی شود.

بسته DM۵

این بسته همان DM۱ است فقط طول محموله آن بیشتر است. این بسته تا پنج تقسیم بندی را می تواند در بر گیرد. محموله تا ۲۶۶ بایت را شامل می گردد. مقدمه محموله ۲ بیتی است. در طول ارسال یا دریافت بسته DM۵ پرش فرکانس صورت نمی گیرد.

بسته DH۵

این بسته شبیه به بسته DM۵ است جز آنکه با FEC کد نمی شود. بسته DH۵ تا بایت را در بر می گیرد و می تواند تا پنج تقسیم بندی گسترش یابد. در هنگام دریافت و ارسال بسته DH۵ پرش فرکانس صورت نمی گیرد.

بسته AUX۱

این بسته شبیه به بسته DH۱ است و CRC ندارد. بسته AUX۱ تا ۳۰ بایت اطلاعات را حمل می کند(به همراه با ۱ بایت مقدمه محموله). این بسته می تواند تا یک تقسیم بندی را در بر گیرد.

تشکیلات محموله

در محموله دو میدان یا دامنه وجود دارد: دامنه صوتی(همزمان) و دامنه داده(غیرهمزمان). بسته های ACL تنها دامنه داده ها و بسته های SCO تنها دامنه صوتی دارند (به جز DV که هر دو را دارد).

دامنه صوتی

این دامنه طول ثابتی دارد. برای بسته HV طول آن ۲۴۰ بیت و برای بسته DV طول آن ۸۰ بیت است . مقدمه محموله وجود ندارد.

دامنه داده ها

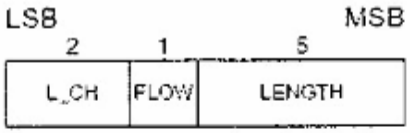
دامنه داده ها شامل سه قسمت است: مقدمه محموله، محموله و احتمالا کد CRC(فقط AUX۱ بدون کد CRC است).

الف- مقدمه محموله

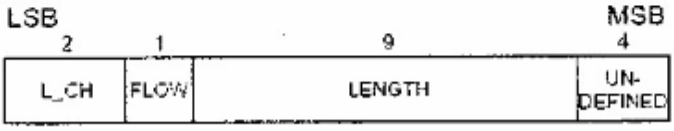
تنها دامنه داده ها دارای مقدمه محموله است. مقدمه محموله ۱ یا ۲ بیت طول دارد. بسته ها در قطعه های یک و دو از مراسله دارای مقدمه یک بایتی و در قطعه های سه و چهار از مراسله دارای مقدمه دوبایتی هستند.

مقدمه محموله کانال منطقی (نشانگر دو بیتی L-CH) ، کنترل Flow روی کانال منطقی (نشانگر ۱ بیتی Flow) را مشخص می کند و دارای نشانگر طول محموله (به ترتیب ۵ و ۹ بیت برای مقدمه) ۱ و ۲ بایتی) می باشد. در حالتی که مقدمه محموله ۲ بایتی باشد چهار بیت از نشانگر طول در بایت دوم قرار می گیرد.

چهار بیت باقی از بایت دوم برای کاربردهای آتی رزرو شده اند و بایستی با صفر پر شوند. تشکیلات مقدمه محموله ۱ بایتی و ۲ بایتی در شکل۱۱و۱۲ نشان داده شده اند.



شکل۱۱ : تشکیلات مقدمه محموله برای بسته‌های به طول یک تقسیم‌بندی زمانی



شکل۱۲:تشکیلات مقدمه محموله برای بسته های به طول چند تقسیم بندی زمانی

دامنه L-CH در ابتدا و دامنه طول در خاتمه ارسال می شود. در جدول ۷ توضیحات مربوط به L-CH آورده شده است.

L_CH code b_1b_0	Logical Channel	Information
00	NA	undefined
01	UA/UI	Continuation fragment of an L2CAP message
10	UA/UI	Start of an L2CAP message or no fragmentation
11	LM	LMP message

جدول۲-۷:محتویات دامنه کانال منطقیL-CH

پیام L۲CAP می تواند در چندین بسته تقسیم شود که ۱۰ برای بسته L۲CAP ای که قسمت اول آنرا حمل می کند، بسته ۰۱ برای بقیه تقسیمات استفاده می شود. اگر تقسیم صورت نگیرد که ۱۰ برای هر بسته استفاده می شود. کد ۱۱ برای پیام LMP است. کد ۰۰ برای کاربرد آتی رزرو است نشانگر Flow در محموله برای کنترل Flow در سطحL۲CAP و برای هر کانال منطقی (وقتی مورد استفاده باشد) استفاده می شود. وقتی FLOW=۱ باشد به معنی در جریان یا آماده برای ارسال و FLOW=۰ به معنی عدم جریان یا توقف می باشد. بعد از ایجاد اتصال مقدار FLOW بایستی ۱ شود. وقتی واحد Bluetooth محموله ای با FLOW=۰ دریافت نماید، باید ارسال بسته های ACL را قبل از اینکه داده های بیشتری از محموله ارسال شوند، متوقف نماید. این مقدار داده های اضافی بعنوان تاخیر کنترل FLOW تعریف و با تعداد بایت ها بیان می شود.

با کاهش تاخیر کنترل Flow ، میزان بافر کمتری به دیگر وسایل Bluetooth تخصیص داده می شود. تاخیر کنترل FLOW نبایستی از ۱۷۹۶ بایت (۲۵۶*۷) تجاوز نماید. ولی به منظور اجازه دادن به وسایل برای بهینه کردن انتخاب طول بسته و فضای بافر، تاخیر کنترل flow که مربوط به این عملیات است در پیغام LMP-feature-res مهیا می شود.

اگر بسته ای با بیت flow که توقف است همراه با سربسته معتبر ولی محموله نادرست دریافت شود، بیت کنترل flow شناسایی نمی شود. .وضعیت ACK مربوط به بسته که در سربسته قرار دارد در گیرنده دریافت می شود و بسته ACL بعدی می تواند ارسال گردد. هر رویدادی در این شرایط ارسال بسته های

ACL بعدی را علی رغم اینکه تقاضای کنترل Flow بایستی توسط بیت کنترل Flow در مقدمه محموله ارسال گردد مجاز می نماید. توصیه می شود که هر واحد Bluetooth قبل از دریافت صحیح بیت کنترل Flow ی محموله ارسالی، از عدم ارسال بسه های ACL بعدی اطمینان حاصل نماید.

این کار را می توان با فعال کردن همزمان بیت Flow در سربسته و باقی ماندن تا دریافت (ARQN=۱) ACK انجام داد. از آنجایی که در این بسته ها CRC محموله وجود ندارد، بسته های AUX۱ را نباید با بیت Flow ((توقف)) بکار برد.

واحد مدیریت ارتباط مسئول پذیرش و مقداردهی بیت flow در مقدمه محموله است.

کنترل به موقع flow در سطح بسته توسط واحد کنترل ارتباط در سربسته انجام می شود. نشانگرهای قطعه شروع و قطعه دنباله مربوط به L۲CAP (L-CH=۱۰ و L-CH=۰۱) هنگامی که طول محموله صفر است مفهوم خودشان را حفظ می نمایند. همیشه ارسال بسته ACL با محموله ای به طول صفر و L-CH=۰۱ محفوظ می ماند. بیت flow محموله برای هر کانال منطقی (UA/I یا LM) معنی مخصوص به خود را دارد (جدول ۸). روی کانال LM کنترل Flow بکار نمی رود و بیت flow محموله همیشه یک است.

جدول۲-۸:استفاده بیت flowمقدمه محموله روی کانالهای منطقی

L_CH code b_1b_0	Usage and semantics of the ACL payload header FLOW bit
00	Not defined.reserved for future use.
01or10	Flow control of the UA/I channels (which are used to send L2CAP messages)
11	Always set FLOW=1 on transmission and ignore the bit on reception

نشانگر طول تعداد بایت های محموله را سوزا از مقدمه محموله و کد CRC نشان می دهد. با توجه به شکل ۲۲، ۲۳ ، MSB مربوط به دامنه طول در مقدمه یک بایتی آخرین بیت مقدمه محموله است. MSB مربوط به دامنه طول مقدمه دوبایتی چهارمین بیت از بایت دوم در مقدمه محموله است.

ب-بدنه محموله

بدنه محموله شامل اطلاعات میزبانی برای مصرف کننده است و میزان موثر سرویس دهی به مشتری را تعیین می کند. طول بدنه در دامنه طول مربوط به مقدمه محموله نشان داده می شود.

ج- تولید کلی CRC

کد ۱۶ بیتی CRC در محموله توسط چند جمله ای ۲۱۰۰۴۱ (نمایش در مبنای ۸ که نشانگر ۰۱۰۰۰۱۰۰۰۰۰۰۱۰۰۰۰۱ است) تولید می شود. این کد به روشی شبیه به HEC تولید می شود. قبل از تعیین کد CRC ، یک مقدار ۸ بیتی برای وضعیت اولیه مولد CRC ستفاده می شود. برای کد CRC در بسته های FHS ارسالی در وضعیت پاسخ به page از UAP مربوط به Slave استفاده می شود. برای بسته FHS ارسالی در وضعیت پاسخ به جستجو از DCI استفاده می شود. برای بسته های دیگر از UAP مربوط به Master استفاده می شود. این ۸ بیت در ۸ موقعیت کم ارزش مدار LFSR قرار می گیرند. ۸ بیت دیگر در این هنگام صفر می شوند. بدین ترتیب کد CRC روی این مقدار محاسبه می شود. سپس این کد به اطلاعات ضمیمه می شود. در سمت گیرنده مدار CRC بطور مشابه قبل از اینکه اطلاعات دریافتی آزمایش شوند. با ۸ بیت UAP (DCI) مقداردهی اولیه می شود.

جدول۲-۹-بسته های کنترل ارتباط

Type	User payload (bytes)	FEC	CRC	Symmetric max. rate	Asymmetric max. rate
ID	na	na	na	na	na
NULL	na	na	na	na	na
POLL	na	na	na	na	na
FHS	18	2/3	yes	na	na

جدول ۱۰- بسته‌های ACL

Type	Payload header (bytes)	User payload (bytes)	FEC	CRC	Symmetric max. rate (kb/s)	Asymmetric max. rate (kb/s)	
						Forward	Reverse
DM1	1	0–17	2/3	yes	108.8	108.8	108.8
DH1	1	0–27	no	yes	172.8	172.8	172.8
DM3	2	0–121	2/3	yes	258.1	387.2	54.4
DH3	2	0–183	no	yes	390.4	585.6	86.4
DM5	2	0–224	2/3	yes	286.7	477.8	36.3
DH5	2	0–339	no	yes	433.9	723.2	57.6
AUX1	1	0–29	no	no	185.6	185.6	185.6

جدول۲-۱۱-بسته های SCO

Type	Payload Header (bytes)	User Payload (bytes)	FEC	CRC	Symmetric Max. Rate (kb/s)
HV1	na	10	1/3	no	64.0
HV2	na	20	2/3	no	64.0
HV3	na	30	no	no	64.0
DV[a]	1 D	10+(0–9) D	2/3 D	yes D	64.0+57.6 D

تصحیح خطا

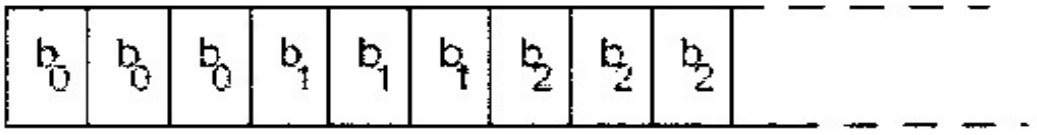
سه روش تصحیح خطا برای سیستم Bluetooth تعریف می شود.

- FEC با نرخ ۱/۳
- FEC با نرخ ۲/۳
- روش AQR برای داده ها

هدف از روش FEC روی محموله داده ها کاهش تعداد ارسال های مجدد است. سربسته همیشه بصورت FEC با نرخ ۱/۳ محافظت می شود.

کد FEC با نرخ ۱/۳

کد FEC با سه بار تکرار برای بخش مقدمه ایستاده می شود. در این حالت هر بیت سه بار تکار می شود و توضیح این روش در شکل ۲-۱۳ نشان داده شده است.

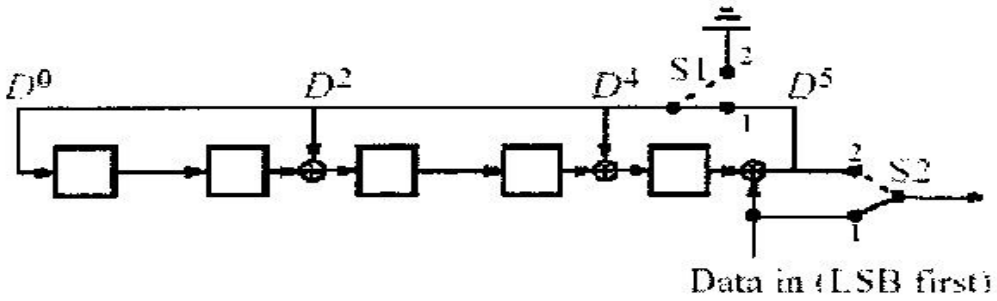


شکل۲-۱۳:روش کد گذاری با تکراربیت

کد FEC با نرخ ۲/۳

روش دیگر FEC کدکوتاه hamming (۱۰ و ۱۵) است. چند جمله ای مولد بصورت $G(D)=(D+1)(D^4+D+1)$ است و معادل عدد ۶۵ در مبنای ۸ (عدد ۱۱۰۱۰۱ دودویی) است. LFSR مربوط به این مولد در شکل ۲-۱۴ نشان داده شده است. در حالت اولیه مقدار آن صفر است.

هر بلوک ۱۰ بیتی اطلاعات به کلمه کد ۱۵ بیتی کدبندی می شود. با استفاده از این کد تمام خطاهان یک بیتی تصحیح می شوند و تمام خطاهانی دوبیتی آشکار می شوند.



شکل۲-۱۴:تولید کد کوتاه Hamming(۱۰،۱۵)باLFSR

روش ARQ

با روش تقاضای تکرار خودکار بسته های DM ، DH و دامنه داده های بسته DV ارسال و ارسال مجدد می شوند. ارسال مجدد تا زمانی که پیغام وصول صحیح توسط مقصد برگردد و یا انقضای زمانی رخ دهد ادامه می یابد. این روش فقط روی محموله بسته اعمال می شود(محموله هایی که دارای CRC هستند). سربسته و محموله صوتی با این روش محافظت نمی شوند. Bluetooth از روش سریع و بدون شماره گذاری برای پیغام وصول استفاده می کند.

یک ACK (ARQN=۱) یا یک NAK (ARQN=۰) در پاسخ به دریافت بسته قبلی بر می گردد. برای دریافت موفقیت آمیز بسته حداقل HEC باید آزمایش شود. CRC نیر در صورت وجود آزمایش می شود.

Master در شروع اتصال جدید بسته POLL را برای تایید اتصال ارسال می کند. در این بسته Master بیت ARQN را با NAK مقداردهی اولیه می کند. بسته پاسخ ارسالی از Slave نیز دارای بیت ARQN با مقدار NAK است. بیت ARQN فقط توسط بسته داده هایی که شامل CRC هستند و

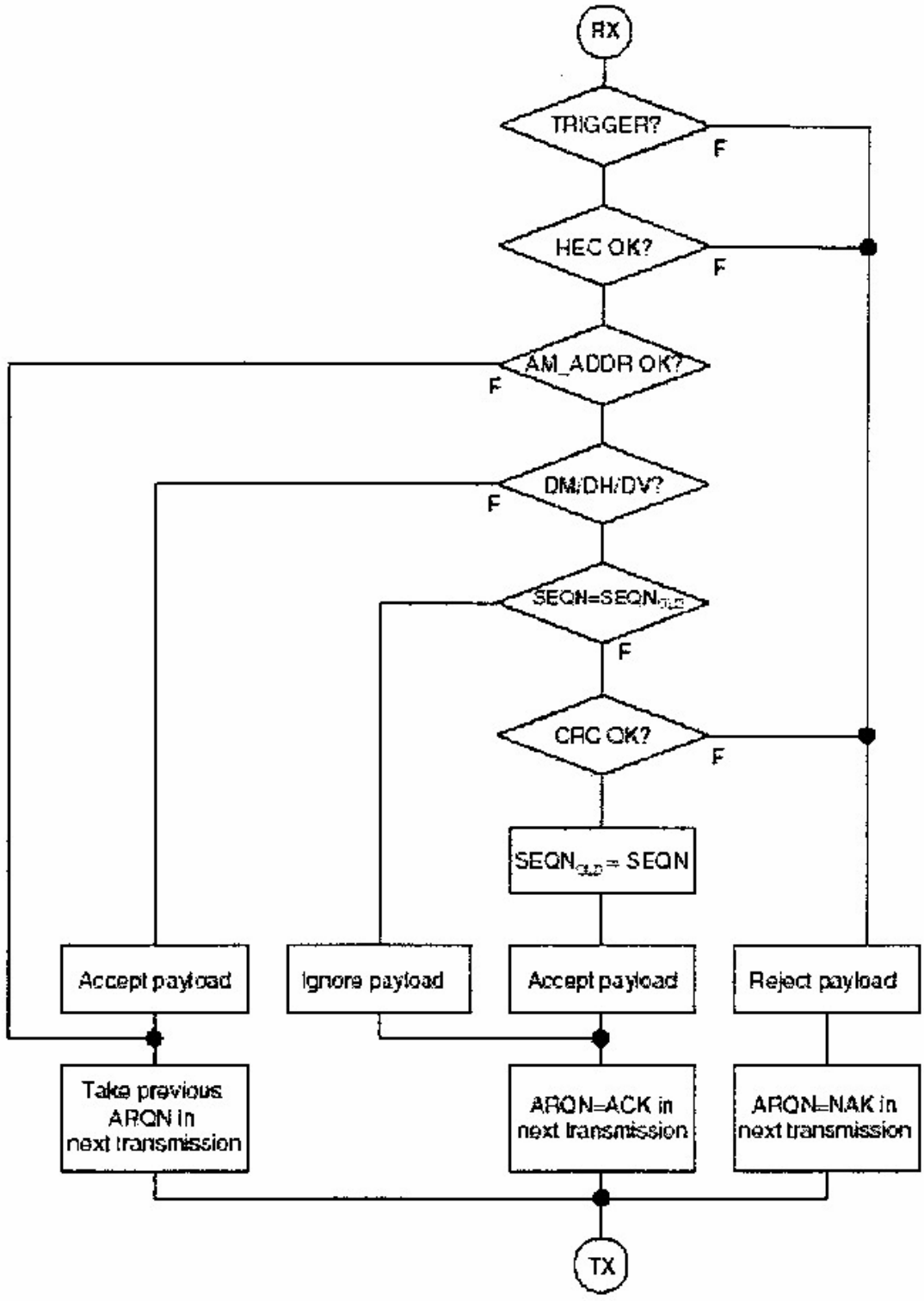
تقسیم بندی های خالی تغییر می کند. همانطور که در شکل ۲-۱۵ نشان داده شده است با دریافت موفقیت آمیز بسته CRC مربوط به بسته بیت ARQN با ACK مقدار دهی می شود. اگر به دنبال انتقال بسته یکی از موارد:

۱- کد دسترسی مشخص نشود.

۲- HEC اشکال داشته باشد.

۳- CRC اشکال داشته باشد.

در تقسیم بندی دریافتی طرف Slave یا Master روی دهد، در اینصورت ARQN با NAK مقدار دهی می شود. خطا در بسته های broadcast توسط CRC آزمایش می شود ولی روش ARQ بکار برده نمی شود.



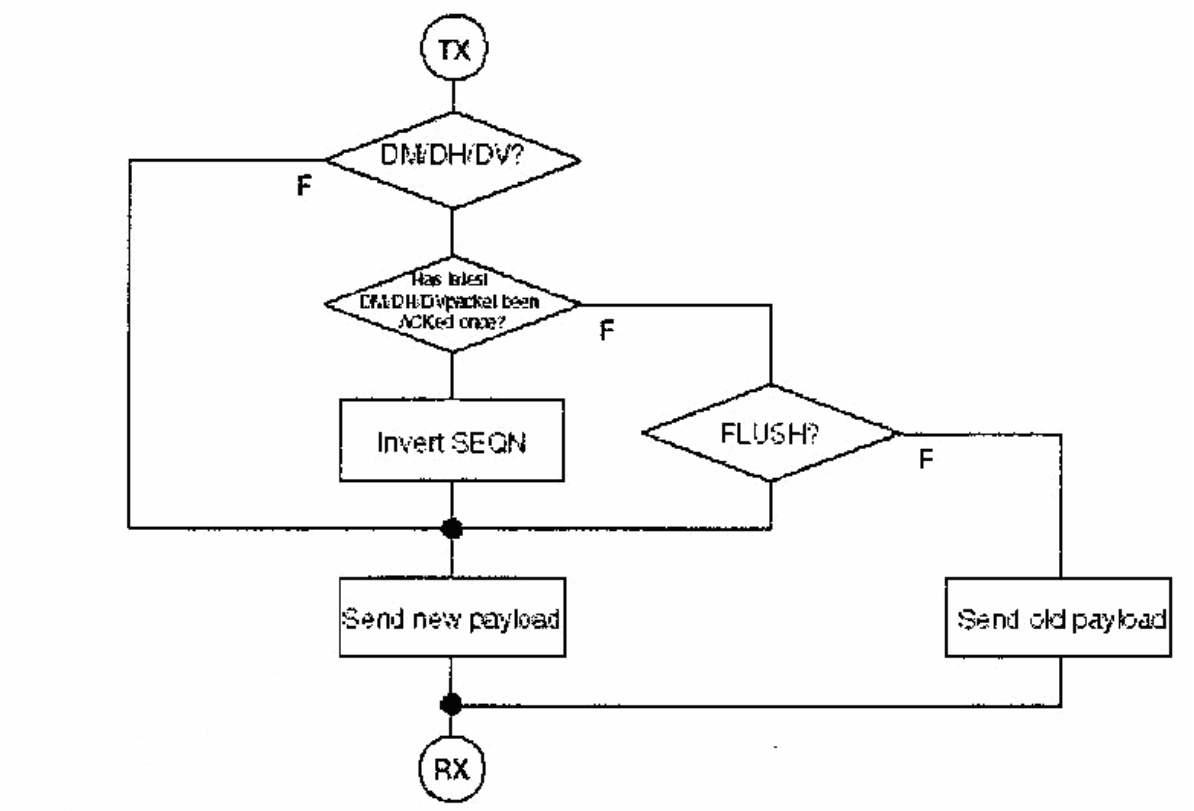
شکل۲-۱۵:پروتکل دریافتی برای تعیین بیتARQN

جداسازی در نحوه ارسال مجدد

محموله داده ها تا دریافت پیغام وصول صحیح ارسال مجدد می شوند. به منظور وضوح در ارسال مجدد در سمت گیرنده بیت SEQN به مقدمه افزوده می شود. در حالت معمولی این بیت برای ارسال هر محموله داده های CRC جدید تغییر می کند ولی در حالت ارسال مجدد تغییر نمی کند.

در ابتدای اتصال جدید، Master یک بسته POLL را برای صحت اتصال ارسال می کند و Slave با یک بسته به آن پاسخ می دهد. بیت SEQN در اولین محموله داده های CRC مربوط به Master و Slave با یک مقدار دهی می شود.

همانطوری که در شکل ۲-۱۶ نشان داده شده است، SEQN تنها توسط بسته داده های CRC تغییر می کند. وقتی پیغام وصول صحیح دریافت شد، مقدار SEQN معکوس می شود و محموله بعدی ارسال می شود. وقتی محموله تخلیه گردید محموله جدید ارسال می شود. لازم نیست SEQN تغییر کند ولی اگر قبل از ارسال بسته جدید ACK دریافت شود، SEQN معکوس می شود.



شکل۲-۱۶:جداسازی درارسال مجددبرای بسته های همراه باCRC

تخلیه محموله

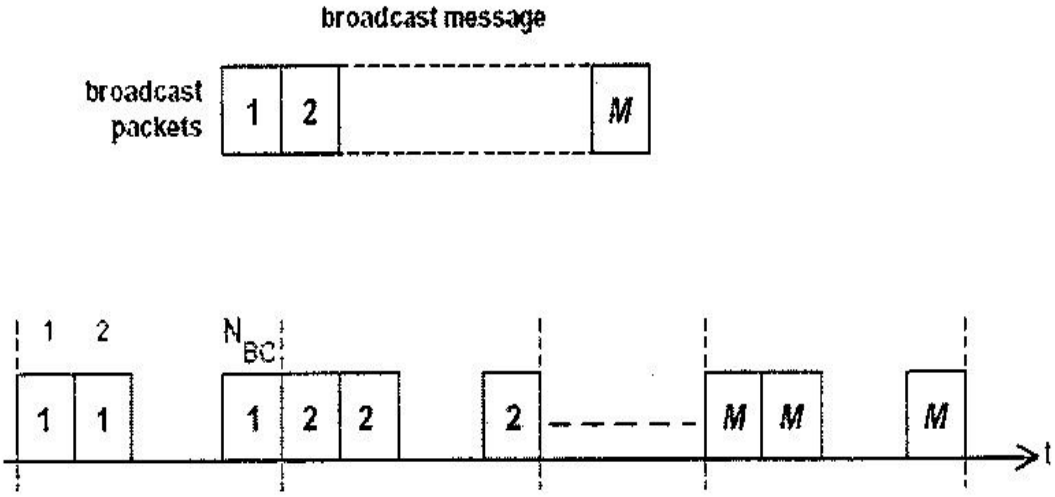
برای ارتباطات مخابراتی معین تنها مقدار تاخیر محدودی مجاز است و این به معنی آن است که تعداد ارسال مجدد برای فعلی محدود می باشد و در صورت بروز این محدودیت محموله حذف گردیده و محموله بعدی ارسال می گردد. صرف نظر کردن از ارسال مجدد با تخلیه داده های قبل و تحمیل کنترلر Bluetooth برای ارسال داده های بعدی انجام می شود.

حالت چند Slave

در حالتی که یک piconet با چندین Slave باشد، Master پروتکل ARQ را بطور مستقل برای هر Slave اجرا می کند.

بسته های Broadcast

بسته های broadcast توسط Master بطور همزمان به تمام Slave ها ارسال می شوند. این بسته ها از روی آدرس تمام صفر AM-ADDR شناخته می شوند و پیغام وصول برای آنها ارسال نمی شود. هر یک از این بسته ها به تعداد N_{BC} مرتبه تکرار می شود(شکل ۲-۱۷). ولی در حالت بحرانی ممکن است تکرار صورت نگیرد.



شکل ۲-۱۷:نحوه تکراربرای پخش

آزمایش خطا

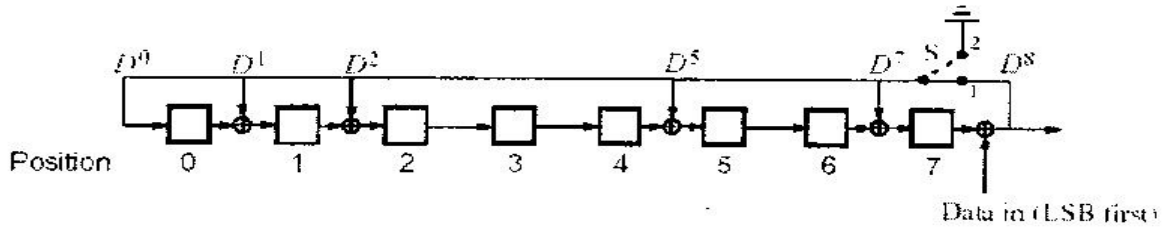
خطای بسته ها را می توان با استفاده از کد دسترسی کانال، HEC داخل مقدمه بسته و CRC در محموله بسته مورد آزمایش قرار داد. HEC و CRC برای آزمایش خطا و آدرس اشتباه مورد استفاده قرار می گیرند. تولید و آزمایش HEC و CRC در شکل۲-۲۰ و۲-۲۳ مشخص شده است. قبل از محاسبه HEC و CRC ، Shift register های مولد آنها با مقدار هشت بیتی UAP (یا DCI) مقدار دهی اولیه می شوند.

سپس مقدمه و محموله به ترتیب به داخل مولدهای HEC و CRC شیفت داده می شوند. مولد HEC در شکل ۲-۱۸ نشان داده شده است. چند جمله مولد بصورت

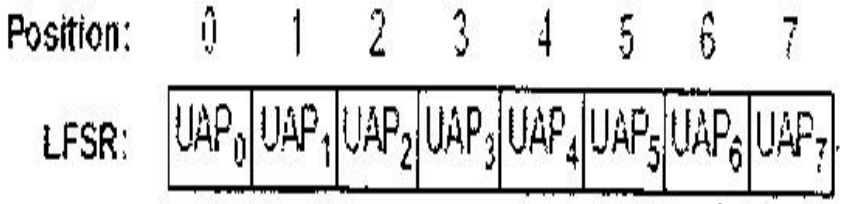
$$G(D)=D^{۸}+D^{۷}+D^{۵}+D^{۲}+D+۱$$

می باشد.

حالت اولیه LFSR مربوط به HEC در شکل ۲-۱۹ مشخص شده است.

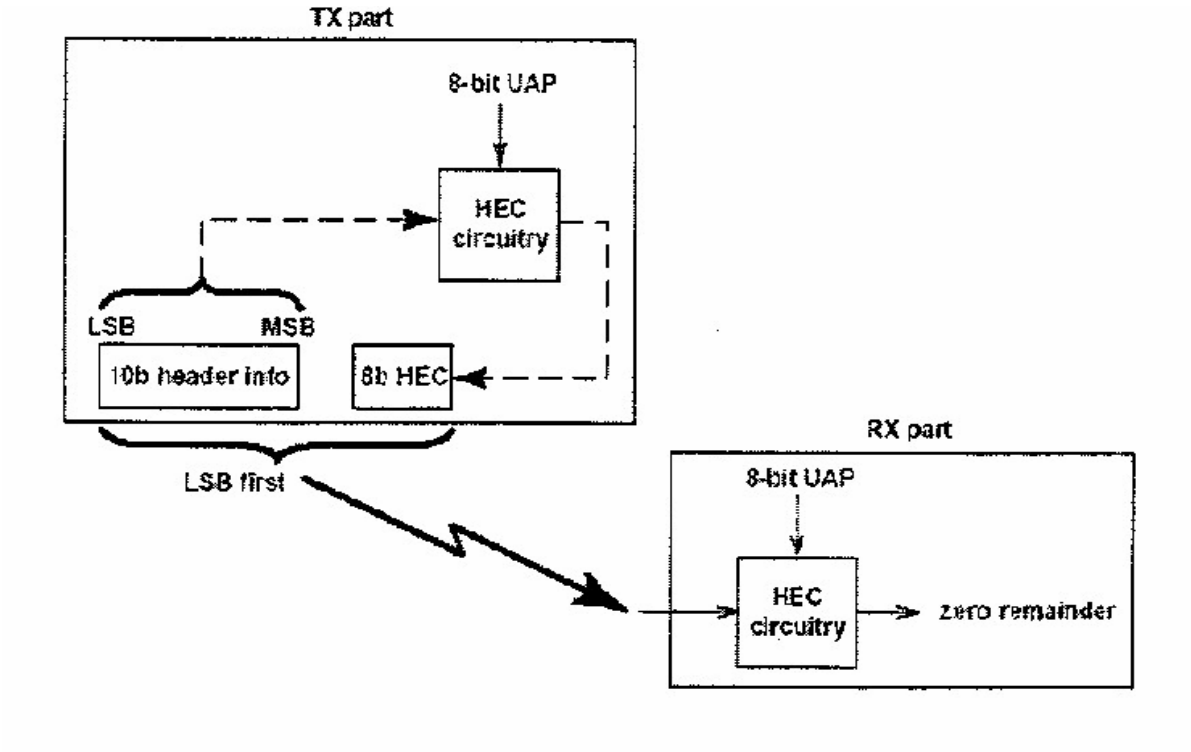


شکل۲-۱۸:مدارLESRبرای مولدHEC



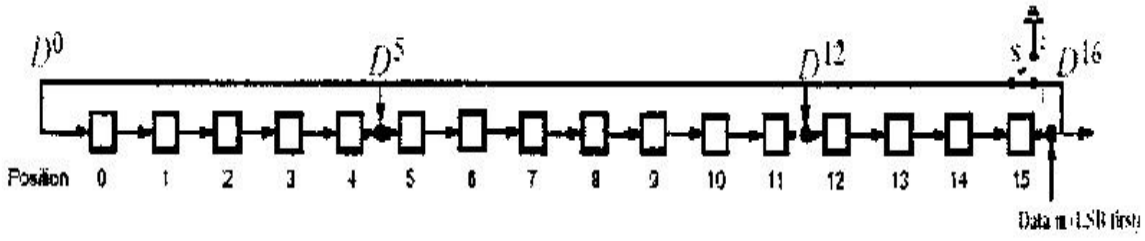
شکل ۲-۱۹:حالت اولیه مدارمولدHEC

شکل۲-۲۰:تولیدوآزمایش صحتHEC

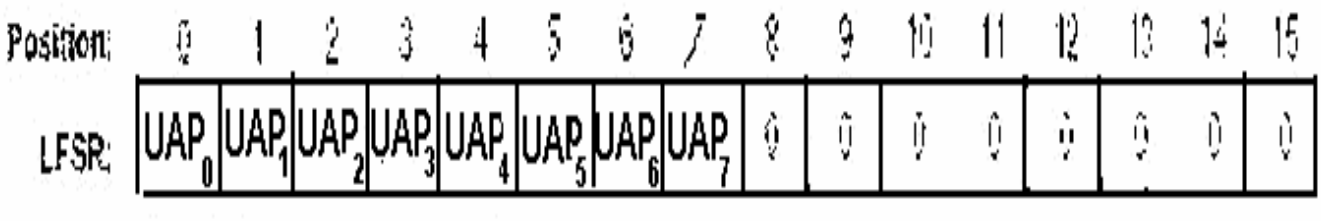


LFSR۱۶ بیتی برای CRC بطور مشابهی با چند جمله ای مولد $g(D)=D^{16}+D^{12}+D^{5}+1$

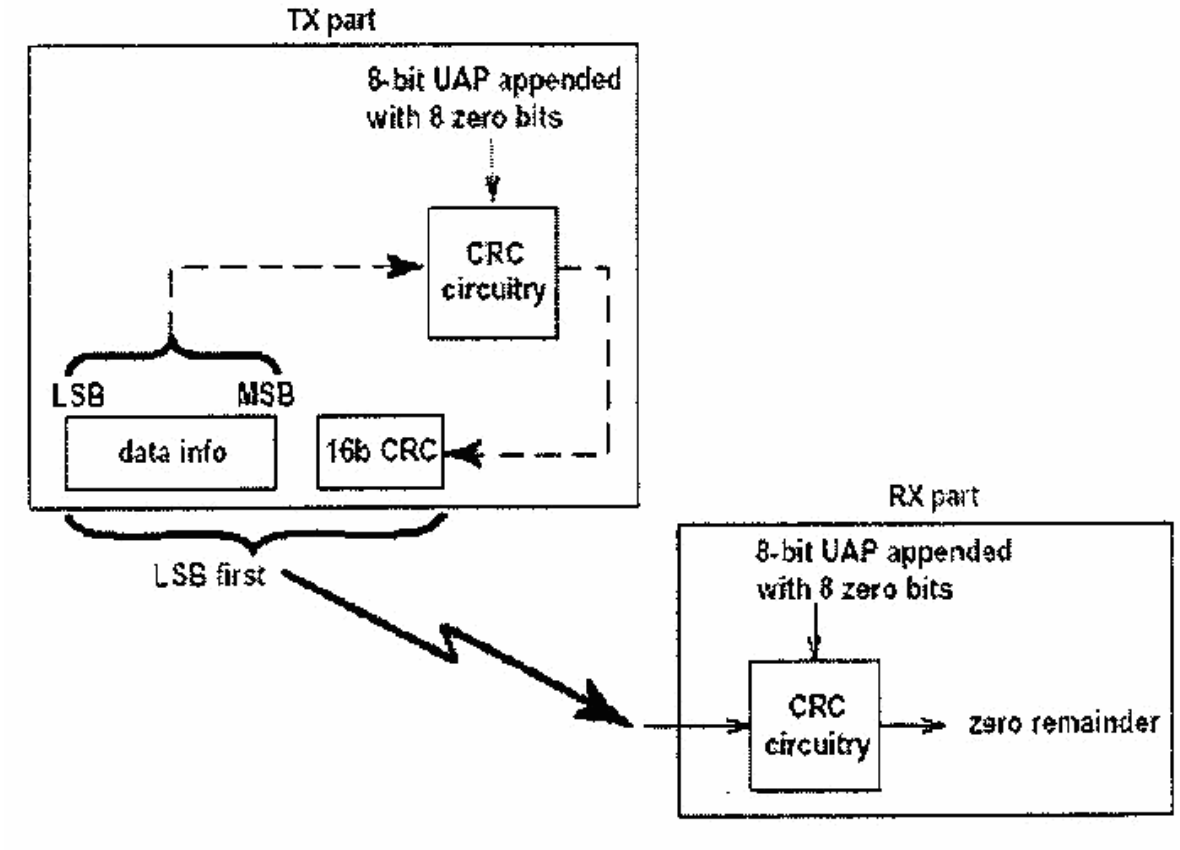
(شکل۲-۲۱) ایجاد می شود.



شکل۲-۲۱:مدارLFSRبرای مولدCRC



شکل۲۲.۲ :حالت اولیه مدارمولد CRC



شکل۲-۲۳:تولیدوآزمایش صحتCRC

فصل ۳

بررسی وتحلیل

بلوک های مختلف

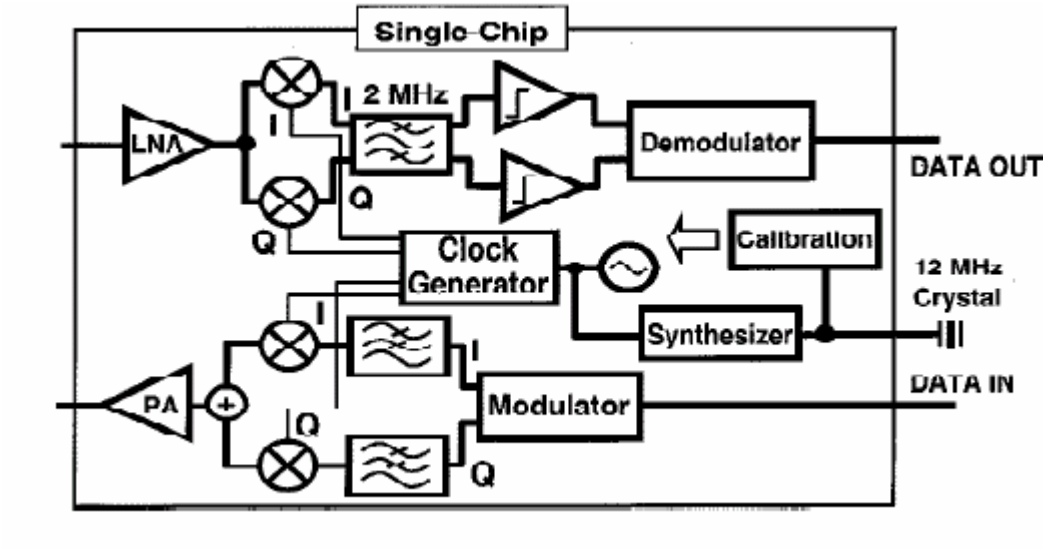
فرستنده و گیرنده

BLUETOOTH

یک وسیله Bluetooth باید نیازهای مشخصی را تامین کند ، از جمله باید کم هزینه و کم توان باشد تا به طور موثری با دیگروسایل قابل حمل مجتمع گردد درعین حال کارایی مطلوب و مناسبی در برابر تداخل ها داشته باشد .ازتداخل هاییکه به صورت نویز RF مطرح هستند ، می توان سیگنال های رادیویی پرتوان که در نزدیکی پیغام های رادیویی Bluetooth حضور دارند مانند سیگنال هایGSM یا CDMA را نام برد . برای کاهش هزینه و توان مصرفی از فرایند دیجیتالی ۰,۳۵ µm CMOS استفاده می شود،که در نتیجه فرستنده/گیرنده کاملاً مجتمع وکم توان برروی یک تراشه را بدست خواهیم آورد .

این فرستنده/گیرنده رادیویی کاملاً مجتمع شامل بخش های RF و آنالوگ است و اندازه آن به حدی کاهش یافته تا سیستمی کاملاًمجتمع در اختیار داشته باشیم .معماری این فرستنده/گیرنده برپایه طرح دوطرفه تقسیم زمانی(جداسازی و واسطه ایجاد کردن بین فرستنده و گیرنده) TDD بنا نهاده شده است . وقتی سیستم به صورت TDD عمل می کند،ترکیب کننده (Synthesizer)می- تواند نوسانگر های محلی با RF متفاوتی را برای فرستنده و گیرنده آماده نماید .

دراین فصل به بررسی وتحلیل بلوک های مختلف فرستنده/گیرنده ازجمله ترکیب کننده فرکانس، نوسانساز کنترل شده با ولتاژ (VCO) ، تقویت کننده قدرت (PA) ، دمودلاتور ، تقویت کننده با نویز پایین (LNA) و... پرداخته می شود .معماری کلی فرستنده/گیرنده Bluetooth در شکل ۱-۳آورده شده است :



شکل ۳-۱ معماری فرستنده/گیرنده Bluetooth

معماری گیرنده :

می دانیم که استاندارد Bluetooth با فرکانس پرشی ۲,۴GHz ، سیستم طیف گسترده با ترکیب مدولاسیون FSK گاوسی (GFSK) با نرخ ارسال اطلاعات ۱ Mb/s مشخص می شود .

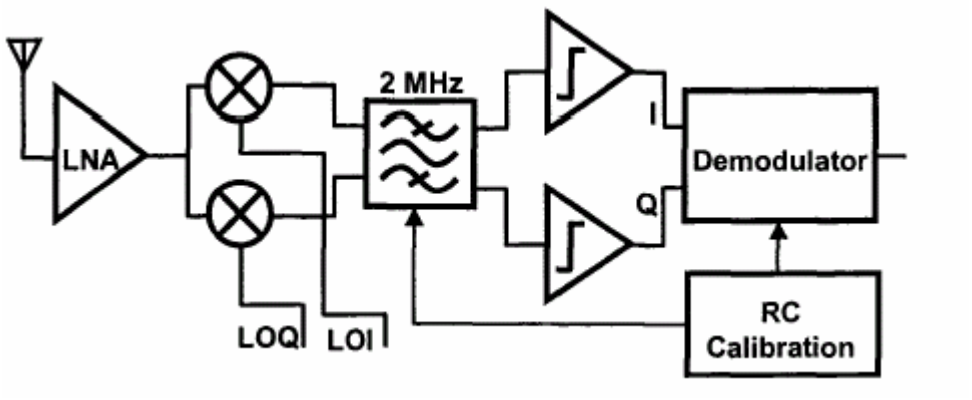
آفست فرکانسی ۱۶۰ KHz ± ، شاخص نامی مدولاسیون ۰,۳۲ و پهنای باند اطلاعات در حدود ۱MHz می باشد .

با اینکه ساختار تبدیل مستقیم برای گیرنده های FSK مناسب است ،اما در این طراحی به دلایل زیر از تبدیل غیر مستقیم استفاده می شود :

۱- برخلاف مدولاسیون FSK باند پهن ، طیف GFSK دارای انرژی قابل ملاحظه ای در صفر IFاست بنابراین امکان دارد ، آفست DC و نویز ضربه ای ۱/f (flicker noise) به تضعیف کارکرد گیرنده بپردازند .

۲- وقتی اجزای فرکانس پایین طیف GFSK تولیدهارمونیک هایی درون سیگنال مطلوبمی کنند(توضیح : سیگنال مطلوب در این حالت در صفر IF قرار گرفته و تضعیف گردیده ا ست.)، استفاده ازیک محدود

کننده در باند پایه ممکن نیست و در نتیجه نرخ بیت های اشتباه (BER) ومقدارSNR(نسبت سیگنال به نویز) مورد نظر خراب می شود ، البته امکان دارد این مشکل را با استفاده از یککنترل کننده خودکار بهره (AGC) بر طرف نمود ، با این توضیح که AGC ها ساختاری پیچیده داشته و توان زیادی اتلاف می نمایند .



شکل ۳-۲ : معماری گیرنده به صورت Low IF

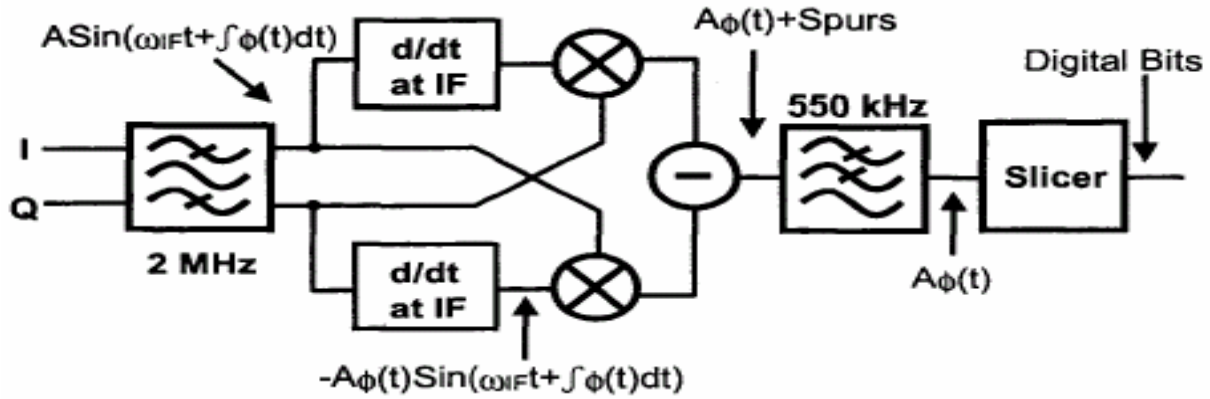
گیرنده پیشنهادی از یک ساختار Low IF با فرکانس میانی ۲MHz استفاده می کند.در این حالت ، موقعیت سیگنال مطلوب فراتر از گوشه نویز ضربه ای است . با این که هارمونیک های سیگنال شده در ۶MHz و بالاتر قرار گرفته اند ولی با استفاده از یک فیلتر میان گذر (BPF) به سادگی قابل جابجا شدن هستند . یک IF بالاتر توان مصرفی را افزایش می دهد (مانند ۳MHz)و اگر از IF پایین تر مثل ۱MHz استفاده شود ، جابجایی آفست DC و سیگنال تصویر با توجه به نزدیکی آنها به کانال مطلوب مشکل تر می گردد، بنابر این انتخاب ۲MHz برای فرکانس میانی را به عنوان مناسب ترین انتخاب برمی گزینیم .

یک تقویت کننده با نویز کم (LNA) تنظیم شده در فرکانس RF (۲,۴ GHz) سیگنال در یافتی را تقویت نموده سپس ، مخلوط کننده های(mixer) I/Qکه توسط سیگنال های کلاک مربعی تغذیه می شوند ، فرکانس سیگنال دریافتی را به ۲MHz کاهش می دهند . یک فیلتر BPFبر روی تراشه که در ۲MHz متمرکز شده است ، سیگنال تصویر راکه در۸۰ MHz باند ISM قرارگرفته است را نمی پذیرد ،

به طوری که ۴ کانال دور از سیگنال مطلوب قرار می گیرد . بنابراین نیازبه حذف تصویر کاهش می یابد . بایدتوجه نمودکه مقدار بهره مورد نیاز بین بلوک های front-endبه نحوی پراکنده شده است تا معیار های نویز و خطی سازی مطابق با استانداردBluetooth گردد.

در ادامه فیلتر، محدود کننده های I/Q با وجودتوان سیگنال ورودی ودوام سیگنال دریافتینشان داده شده (RSSI) ، کانال مطلوب را تا درجه مشخص شده مناسبی تقویت می کنند . سپس یک دمودلاتور آنالوگ در فرکانس میانی ۲ MHz ، طیف GFSK را آشکار نموده و به صورت بیتهای دیجیتالی در خروجی گیرنده در می آورد .

این دمودلاتور ، یک مشتق گیر ۲ MHz که در ادامه آن ضرب کننده های I/Q قرار دارند را به کار می اندازد تا به این ترتیب دامنه سیگنال مشتق گرفته شده را آشکار نماید .(شکل ۳-۳)

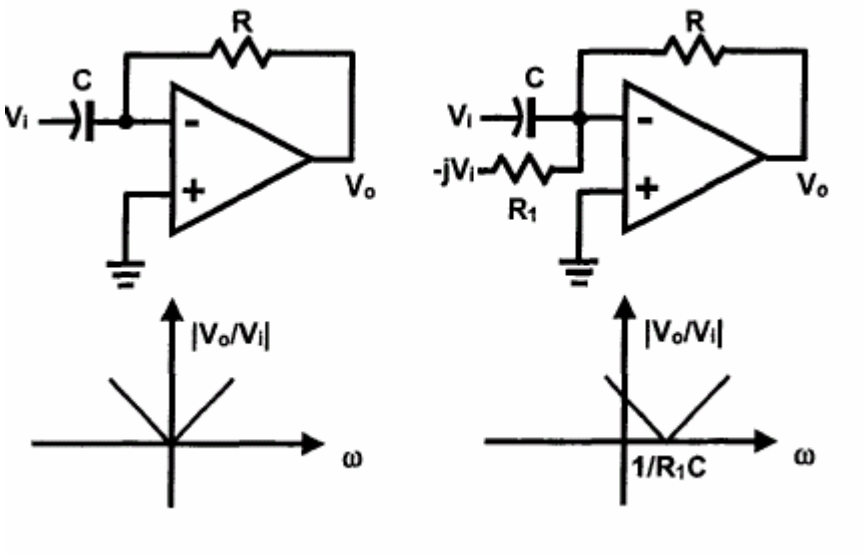


شکل ۳-۳ : معماری دمودلاتور آنالوگ

یک فیلتر میان گذر در ورودی، هارمونیک های کانال مورد نظرکه درخروجی محدودکننده تولید شده است را حذف می کند . در ورودی دمودلاتور ، سیگنال های تربیعی در دسترس هستند و برای کارا نمودن مشتق گیر باندپایه فرکانس مرکزی را بهIF مطلوب جابجا می کنند ،همانطورکه درشکل ۳-۴ مشاهده می شود مقاومت R_1 متصل به ورودی Q با استفاده از $1/R_1C$پاسخ فرکانسی را برای IF معنا می بخشد .پاسخ فرکانسی مشتق گیر IF توسط معادله زیر بیان می شود :

$$Vo/Vi\ (jw) = -\ j\ RC(\ w-{}^{1}/R^{1}C)$$ رابطه(۳-۱)

بنابر این بهره مشتق گیر IF همانند حالت باند پایه باقی می ماندبا این تفاوت که فرکانس مرکزی از صفر به$^{1}/R^{1}C$ تغییر می یابد .

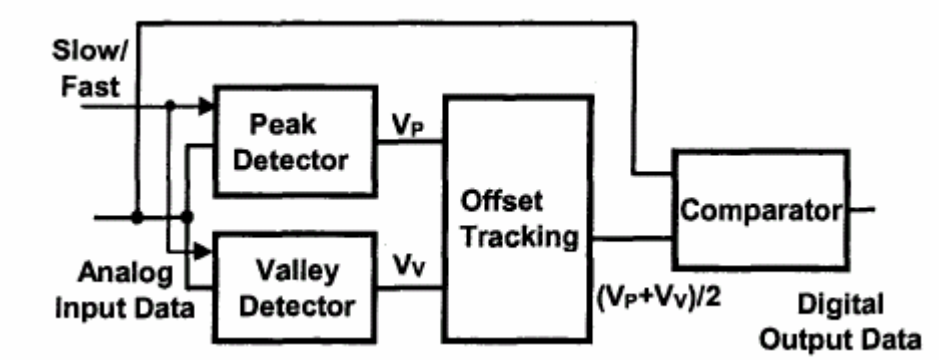


شکل ۳-۴ : مشتق گیر IF در برابر مشتق گیر باند پایه

یک فیلتر پایین گذر (LPF) بعد از ضرب کننده ها طیف دمودله شده که پهنای باند درحدود ۵۵۰ KHz ± است را فیلتر می کند .این فیلتر باند پایه باید به اندازه ای تیز باشدکه سیگنالهای نامطلوب تولید شده (به واسطه غیر ایده ال بودن عمل مخلوط کردن درضرب کننده هاو یاعدمتطابق ها)را بتواند حذف کند،البته باید به اندازه ای پهناداشته باشدتا سیگنال مطلوب را فیلتر ننماید.

بعد از LPF یک تقسیم کننده (Slicer) به کار می رود تا خروجی آشکار شده آنالوگ رابه بیت های دیجیتالی تبدیل کند . همانطور که درشکل ۵ نشان داده شده است ،تقسم کننده شامل یک آشکارگر فوقانی (Peak) ، یک آشکارگر تحتانی (Valley) ،بلوک ردیابی آفست و یک مقایسه گر می باشد. مداررديابی آفست سطحDCرا باگرفتن میانگین خروجی آشکارگرهای Peak وValley تنظیم می کند

.



شکل۳-۵ : بلوک دیاگرام تقسیم کننده (Slicer)

به علت ماهیت آهسته بودن آشکارگرهای Peak / Valley ، دو ثابت زمانی به نام هایFastattackوSlowdecay اختصاص داده شده که درآغاز گیرنده آشکارگرها درحالتfastattackقرارمی گیرند ، تا خروجی آنها به سرعت به مقادیر peak و valley از ورودی آنالوگ در آیند . فقط یک بار تنظیم اولیه انجام می شود ، سپس آ شکارگرها در حالت slow decay قرار می گیرند ، که در این حالت خازن آشکارگر های peak/valley به آرامی توسط جریان نشتی تخلیه می شود . این ثابت زمانی به طورخودسازگار و به کمک ردیابی دامنه گیرنده و بر پایه سیگنال اولیه گیرنده تعیین می شوند .

بهره و فرکانس مرکزی مشتق گیر همانند پهنای باند و فرکانس مرکزی فیلترها توسط RCتعیین می شود . مقدار RC توسط مدار اندازه گیری بر روی تراشه و درحضوردرجه حرارت وتغیراتفرآیند به دست می آید . تمامی خازن ها به صورت خازن های آرایه ای باینری که دیجیتالی کنترل می شوند،هستند . مداراندازه گیری RC مقدار ۱/RC را نسبت به فرکانس کریستال مرجع محاسبهمی کند .

معماری فرستنده :

ساختار فرستنده همانطور که از شکل ۱ مشخص است ، به صورت تبدیل مستقیم می باشد.به این ترتیب به توان مصرفی کمتر و درجه بالاتری از مجتمع سازی خواهیم رسید .یک مدولاتور برروی تراشه، سیگنال FSK را با انحراف فرکانسی ۱۶۰ KHz ± در باند پایه تولید می کند ،درادامه این سیگنال توسط فیلتر های پایین گذر گاوسی I و Q تشکیل طیف می دهد . مخلوط کننده های تک باند جانبی (SSB) طیف GFSK را از باند پایه تا ۲,۴ GHz تبدیل افزایشی می دهند. یک تقویت کننده قدرت(PA) کلاس AB توان خروجی ۴ dBm را با ۵۰ Ω مقاومت فراهم می آورد .

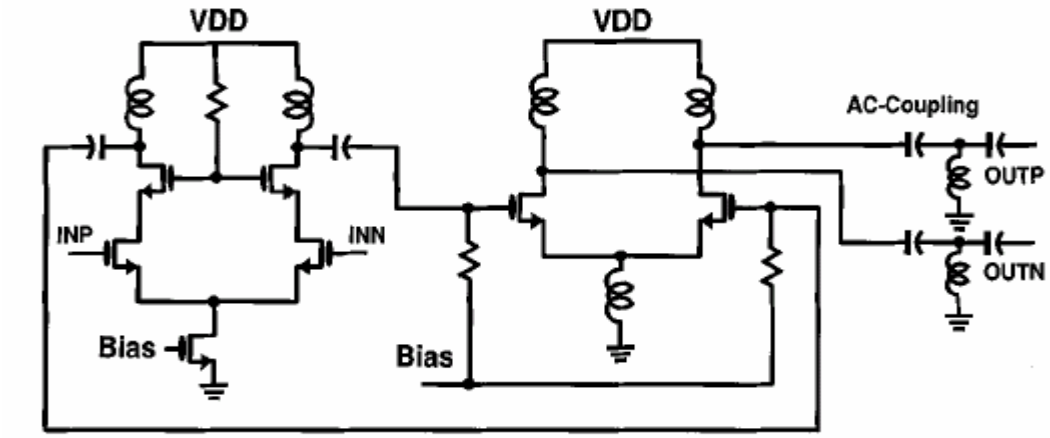
با توجه به اینکه طیف تبدیل افزایشی اطلاعات سیگنال ورودی را در فازشان حمل می کنند نه در دامنه شان ، خطی سازی PA مرسوم نمی باشد . مدار اندازه گیری RC پاسخ فرکانسی فیلترهای فرستنده را به خوبی تنظیم می کند .

از آنجا که فرستنده به طور مستقیم طیف باند پایه را به باند ISM تبدیل افزایشی می دهد،نیاز به حذف تصویر و فرونشانی نوسان ساز محلی (LO) کاهش یافته و قابل دستیابی بر روی یک تراشه می باشد . از طرف دیگر در اصل محرک ها (spur) به واسطه تبدیل افزایشی مخلوط کننده های غیر خطی به وجود می آیند .بنابر این مخلوط کننده ها باید به گونه ای طراحی شوند تا مطابق استاندارد معلوم IP^3 (نقطه قطع یا برخورد مرتبه سوم)مشخصی را دارا باشند،در این طراحی IIP^3 (the third order input intercept point) مخلوط کننده فرستنده حدود ۱۵ dBm است.

برای یک سیگنال LOدقیق که مخلوط کننده های فرستنده را هدایت می کند،محرک های خارج باندبه هارمونیک های سیگنال تبدیل افزایشی یافته محدود می شوند این محرک ها کاملاًدورازحامل بوده و قابل جابجا شدن توسط مدار های تنظیمی بر روی تراشه در خروجی فرستنده هستند .البته باید توجه نمود که در درگاه های مخلوط کننده سیگنال های ناخواسته نیز حضور دارند .

LO انحصاری در یک فرستنده تبدیل مستقیم از نظر فرکانس با سیگنال بزرگ مدوله شده در خروجی PA منطبق می باشد ، بنابراین به طور معمول این معماری یک مانع اصلی راتحمل می کند و آن مزاحمت نوسان ساز محلی توسط PA می باشد . این مشکل در سیستمی که VCOوPAبر روی یک تراشه یکسان مجتمع شده اند ، بسیار سخت است .

تقویت کننده قدرت دارای یک مدار کاملاً تفاضلی است ، که شامل یک پیش تقویت کننده که نوسان لازم را فراهم می کند و یک درایور که با یک مدار تطبیق امپدانس ۵۰ Ω بر روی تراشه استفاده می شود ، می باشد (شکل ۶).این پیش تقویت کننده یک جفت کاسکود تفاضلی است که توسط یک مدار LC بر روی تراشه لود گردیده است .



شکل۳-۶ : مدار تقویت کننده قدرت PA

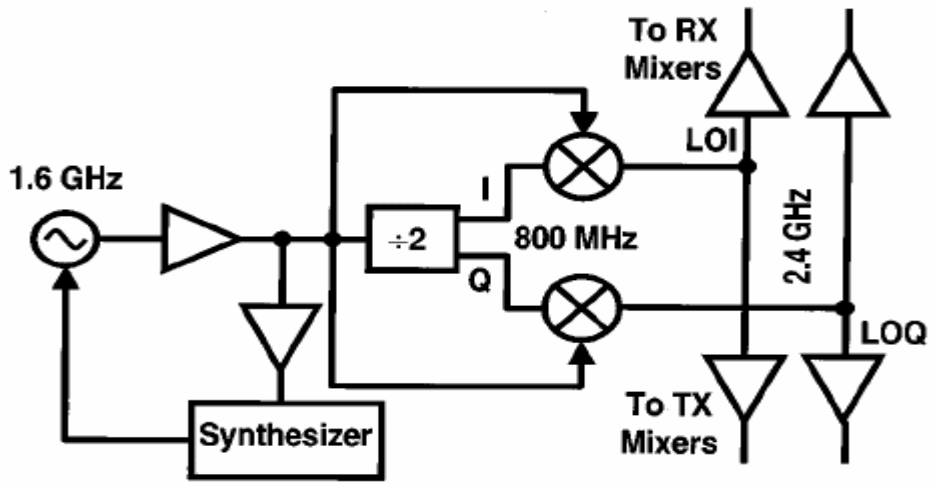
ترکیب کاسکود قابلیت های PA و جدا سازی خروجی PA را از مخلوط کننده را اطمینان می بخشد. خروجی این پیش تقویت کننده بایک جفت تفاضلی کلاس ABکه از القاگر فیدبک منفی استفاده می کند ، کوپلاژ ac گردیده است .

مقاومت خروجی طبقه درایوربا یک القاگرموازی کاهش یافته ویک خازن سری ترکیب القایی خارجی را با تطبیق ۵۰ Ω تنظیم می کند . توان خروجی PA در ۴ مرحله ۷ dB ،توسط تغییر درجریان بایاس دو طبقه به طور همزمان از طریق یک مدار کنترل بایاس ، تنظیم می گردد .

لازم به ذکر است به دلیل اهمیت بلوک های ترکیب کننده فرکانس ونوسان سازکنترل شده با ولتاژ در بخش هایی جداگانه به بررسی و تحلیل آنها خواهیم پرداخت .

معماری تولیدکننده کلاک Clock Generator :

همانطور که در شکل ۷ نشان داده شده است ، تولید کننده کلاک دارای یک تقسیم کننده بر۲ که سیگنال های I و Q ۸۰۰ MHz را از ۱،۶ GHz VCO تولید می کند ، می باشد.در ادامه دو مخلوط کننده که سیگنال های کلاک مربعی ۲،۴ GHz را تولید می کنند،موجود می باشند.بافرهای بین طبقات جد اسازی ، تقویت سیگنا ل و عمل فیلتر کردن را بر عهده دارند . در این طراحی فرکانس VCO ، ۸۰۰ MHz دور از فرکانس خروجی PA قرار دارد ودر نتیجه حساسیت فرستنده/گیرنده به مشکلی که در بخش قبل مطرح گردید ، از بین می رود.اندازه گیری ها نشان می دهد که فرکانس VCO در توان خروجی تا ۲۰ dBm+ و با استفاده از PA خارجی به صورت مختل نشده باقی می ماند .



شکل ۳-۷ : معماری تولید کننده کلاک

بعلت سخت سوئیچ شدن مخلوط کن نوع گیلبرت،سیگنال های جعلی (spurious)کلاک ۲,۴ GHz مطلوب را همراهی می کنند و لذا فرکانس خروجی fOUT با معادله زیر بیان می شود :

رابطه(۳-۲): $$f\,OUT = m \times f\,VCO \pm n \times f\,VCO/۲$$

این معادله نشان می دهد که هارمونیک های مرتبه m ام خروجی VCO با هارمونیک های مرتبه n ام خروجی تقسیم کننده مخلوط می شوند . نزدیک ترین spur ها در باند LSB در۸۰۰MHzوقتی با سومین هارمونیک VCO مخلوط شوند ، تولید یک spur در ۴ GHz می کنند :

رابطه(۳-۳): $$۳ \times ۱,۶\ GHz + ۸۰۰\ MHz = ۴\ GHz$$

در مقایسه با یک فرستنده/ گیرنده تبدیل دوگانه قراردادی ،مزیت این معماری پیش نهادی این است که یک مرحله از انتقال فرکانس درون تولید کننده کلاک انجام می شود که درنتیجه مواردمربوط به نویز و خطی سازی دیگر مطرح نیست و با توجه به اینکه مخلوط کننده ها اساساً نویز پذیر وغیر خطی هستند ، ما را به کارایی بهتروتوان مصرفی کمتر رهنمون می سازد.جدول۱ زیرخلاصه ای از اجرای فرستنده/ گیرنده Bluetooth که در این طراحی هابه کار رفته است را نشان می دهد :

جدول ۳-۱ : خلاصه ای از عملیات فرستنده / گیرنده Bluetooth

Specification	Measurement Results	Bluetooth Requirement
Frequency Band	2.4-2.48 GHz	2.4-2.48 GHz
Sensitivity	-82 dBm	< -70 dBm
IIP3	-7 dBm	> -16.5 dBm
Image Rejection	42 dB	> 29 dB
VCO Phase-noise	-120 dBc/Hz at 3 MHz	< -120 dBc/Hz at 3 MHz
Output Power	4 dBm	-6 to 4 dBm
RX Current Drain	46 mA	Not Specified
TX Current Drain	47 mA	Not Specified
Supply Voltage	2.7-3.3 V	Not Specified
Temperature Range	-25 to 100° C	Not Specified
Technology	0.35 µm CMOS	Not Specified

نوسان ساز کنترل شده با ولتاژ VCO :

به طور کلی فناوری های مختلفی برای مدارهای مجتمع فرکانس رادیویی در ۲،۴ GHzمانند دوقطبی، si یا SiGe BiCMOS ویا GaAs یا CMOS دردسترس هستند.باتوجه به اینکه مخابرات سیار حجم وسیعی از تبادلات و ارتباطات را شامل می شود ، نیازمند طراحی IC های RFکاملاً مجتمع و ارزان هستیم .

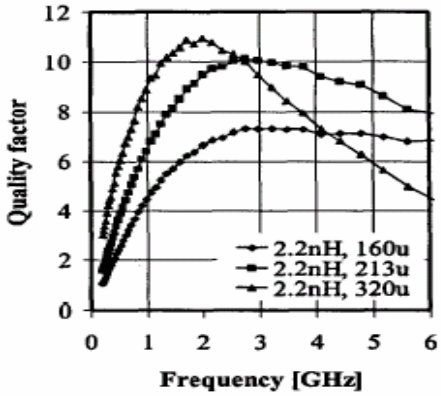
فناوری اولیه برای اکثر بلوک های بخش RF ، به صورت Si BiCMOS می باشد . دلیل عملکرد برتر برای ترانزیستور های دو قطبی npn در مقایسه با منطق های کم توان CMOS،توانایی در ساخت به صورت مدارهای کاملاً مجتمع است . البته وقتی نیازمند ترانزیستور های با عملکرد بالاو ضریب کیفیت بالای عناصر پسیو هستیم ، VCO های مورد استفاده در فرستنده/گیرنده های RFکاملاً مجتمع نمی شوند . IC های GaAs با ضریب کیفیت بالای سلف ها،بیشترین استفاده را برای فرستنده/گیرنده های باVCO مجتمع دارند .

با ظهور فناوری های SiGe با زیرساخت های مقاوم و بخش با پوشش فلزی ضخیم ، امکان ساخت مدارکاملاً مجتمع همراه با نویز کم در VCO ها در فرکانس رادیویی بوجود آمده است.تمرکزاین بخش برروی طراحی VCO برای فرستنده/گیرنده Bluetooth Rx/Txبه صورت مجتمع شده بر روی IC فرستنده/گیرنده SiGe BiCMOS می باشد .

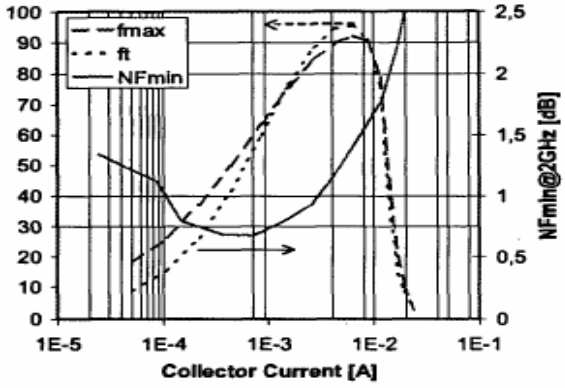
مزیت ویژه محصول SiGe B۷HF استفاده از فناوری ترانزیستور های npn با ft و fmaxبه مقدار ۷۵ GHz وحداقل عدد نویز NFminه مقدار ۰،۷dB در ۲ GHz است. fmax و NFminاندازه گیری شده درشکل ۸ نشان داده شده است. حداقل عدد نویز و ماکزیمم فرکانس برپایه فناوریSiGe بوجود آمده است . برای بالا بردن ضریب کیفیت سلف ها ، یک پوشش فلزی رویی آلو مینیم با ضخامت ۳μm در نظر گرفته شده است. درشکل ۳-۹ اندازه گیری ضریب کیفیت سلف های۲،۲nH را باقطرهای مختلف مشاهده می نماییم،به طور کلی ضریب کیفیت سلف ها برای قطرهای بزرگتر با کاهش فرکانس تشدید ، افزایش

می یابد .

بنابر این فرکانس عملکرد و هزینه ویفر نقش تعیین کننده در اندازه سلف ها دارند .برای یک سلف ۲۱۳ µm بزرگ ضریب کیفیت ۱۰در ۲GHz می تواندبدست آید وبرای سلف های۳۲۰µm ضریب کیفیت۱۱ می تواند حاصل اید .برای دیودهای وراکتوریک ضریب کیفیت ۴۰-۲۰ برای خازنهای به مقدار ۲pF-۱ در ۲GHz فراهم می شود .جریان نشتی این وسایل کمتر از ۱nA می باشد.کلیه قطعات و نیاز های این فناوری SiGe در جدول ۳-۲ لیست گردیده اند .



شکل۳-۹ : ضریب کیفیت های اندازه گیری شده القاگر ۲,۲nH با قطرهای مختلف .

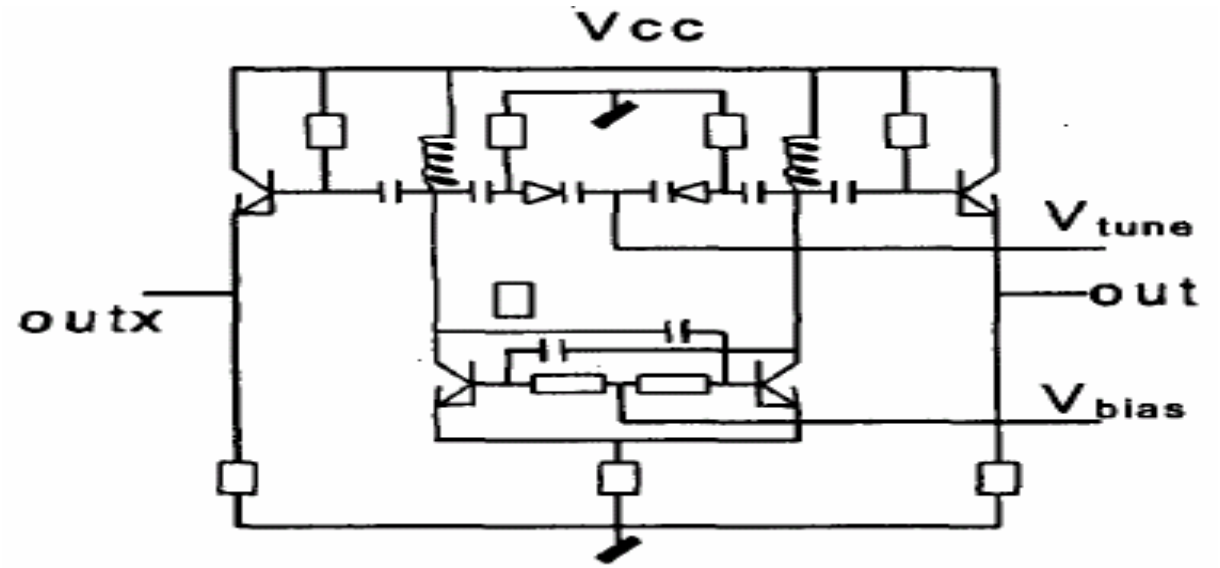


شکل ۳-۸ : fmax (Vce=۱,۸V) و NFmin (در Vce=۱,۰) اندازه گیری شده برای یک ترانزیستور SiGe npn ۱۰,۴um ×۰,۲۵

جدول۳-۲ : وسایل و عملیا ت فناوری SiGe B۷HF/C

B7HF/C Devices	Performance
npn	f_t, f_{max}=75GHz
High voltage npn	V_{bceo}=5.5V
Vertical pnp	f_t =6GHz
Lateral pnp	f_t=100MHz
Varactor diode	Q=30
MOS/MIM Cap	3 / 1.4 fF/µm2
Poly Resistors	1000/50 Ω/sq.
Inductors	Q_{max}=14
CMOS	Lg=0.35µm

همانطور که درشکل ۳-۱۰ دیاگرام شماتیک VCO نشان داده شده است،فیدبک منفیVCOتوسط خازن متصل از طریق ترمینال های کلکتور و بیس یک جفت تفاضلی ایجاد می شود . فرکانس نوسان توسط LC موازی تشدید کننده در کلکتور ها تعیین می گردد .استفاده از دیودهای وراکتوری باعث می شود تا ضرائب کیفیت VCO کاملاً تفاضلی همراه با عملیات اجرایی عالی به سوی مقادیربالا سوق پیدا کند .رنج تنظیمی برای ولتاژ بین V ۳-۰ توسط نسبت ظرفیت دیود وراکتور و ظرفیت خازن سری کوپلاژ ac تعیین می شود . یک کوپلاژ ac امیتر فالوئر نیز برای بهبود عملکرد VCO وهم برای درایور خروجی ۵۰ Ω به کار می رود .



شکل۳-۱۰ : دیاگرام مداری VCO کاملاً تفاضلی و یکپارچه مجتمع.

به عنوان نتیجه ،در ۲،۴ GHz، نویز فازی ۱۲۹ dBc/Hz– در آفست ۳ MHz بدست آمد که این مقدار ۱۰ dB پایین تر از مشخصه سیستم Blurtooth می باشد . بنابر این برای اولین بار VCOهای کاملاً مجتمع برای فرستنده گیرنده های تک تراشه ای قابلیت ساخته شدن با فناوری تجاری SiGe را پیدا می کنند .

خطی سازی این VCO به نحوی بالا است که قابلیت مناسبی برای طراحی فیلتر حلقوی دقیق برای PLL (حلقه قفل شده در فاز) ترکیب کننده فرکانس ایجاد می کند . علاوه بر این برای مدولاسیون مستقیم فرستنده (Tx) به VCO با خطی سازی بالا نیازمندیم .

در جدول۳-۳ که شامل خلاصه ای ازعملیات VCOمی باشد ،مشاهده می کنیم که با افزایش منبع ولتاژ Vcc نویز فازی بهبود می یابد . به عنوان یک نتیجه،حداقل ولتاژی که مشخصه های لازم برای Bluetooth را برآورده می سازد ۱،۸ V می باشد .همچنین دراین جدول مشخصه های رانش فرکانسی(frequency pushing)منبع ولتاژ VCOآمده است،لازم به ذکر است که رانش فرکانسی تغییر فرکانس کاری یک نوسان گر در اثر تغییر ولتاژ بایاس در محدوده تعریف شده است .

جدول۳-۳ : خلاصه ای از اندازه گیری VCO انجام شده با Vvaractor = ۱،۲ V

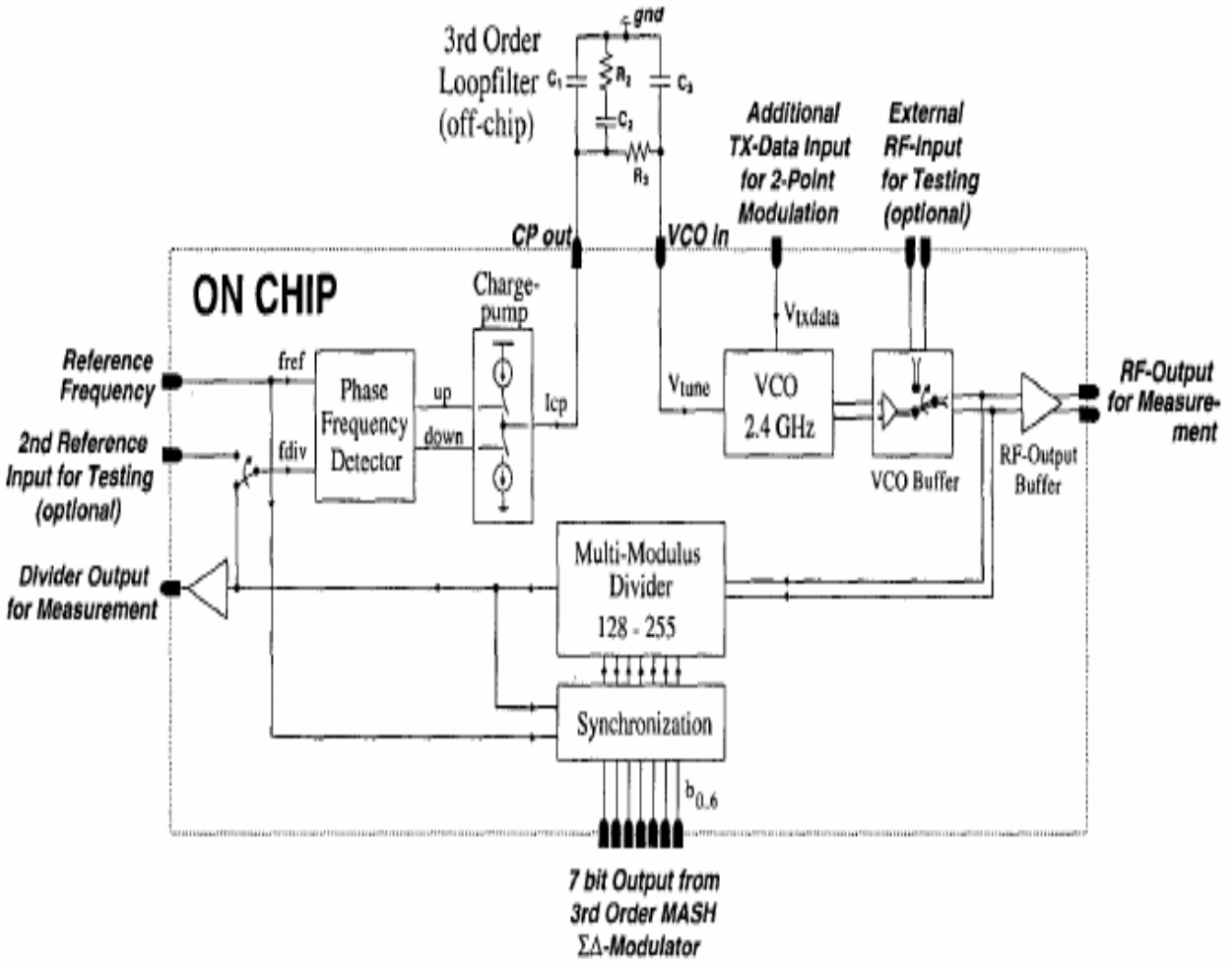
Vcc	I_{VCO}	Phase Noise @3MHz off [dBc/Hz]	P_{VCO} [dBm]	f_{VCO} (Pushing) [GHz]
1,8 V	5.2 mA	-127.4	-7.1	2.1413
2.7 V	5.3 mA	-128.2	-5.0	2.1486
3.0 V	5.3 mA	-128.3	-4.6	2.1495
3.6 V	5.6 mA	-128.5	-3.8	2.1505

ترکیب کننده فرکانسی Synthesizer :

یک ترکیب کننده فرکانس ، وسیله ای است که تعداد زیادی از فرکانس های دقیق را از یک فرکانس مرجع تولید می کند . ترکیب کننده فرکانس می تواند جایگزین آرایه های پر هزینه تشدیدکننده کریستال درگیرنده رادیویی چند کاناله شود .این وسیله با توجه به اینکه نسبتاً کم هزینه بوده و به راحتی توسط مدارهای دیجیتالی قابل طراحی اند ، در اکثر طراحی های سیستم مخابراتی نوین استفاده می گردد تراشه طراحی شده که در شکل ۱۱ مشاهده می شود ، یک ترکیب کننده فرکانسی برای مخابرات سیار Bluetooth می باشدکه آشکارگر فاز- فرکانس(PFD)، پمپ بار(charge pump)سه حالته ، VCO کاملاً مجتمع ، یک تقسیم کننده چندضریبی ویک بافر خروجی که توان خروجیdBm ۰ را فراهم می کند ، قسمت های تشکیل دهنده این ترکیب کننده فرکانس می باشد .

با استفاده ازVCOکاملاً مجتمع درتحلیل فرستنده می توانیم درجه مجتمع سازی رابه طورقابل ملاحظه ای افزیش دهیم در عین حال توان مصرفی از سایر تحلیل ها و PLL های مدولاسیون مستقیم کمتر می شود . درجه بالای مجتمع سازی باعث می شود که تعداد عناصر خارجی به حداقل برسد که این خود کاهش هزینه را در بر دارد.تنها یک فیلتر حلقه ای مرتبه سوم پسیو خارج از تراشه قرار می گیردتا قابلیت

های بیشتری را برای پیش نمونه فراهم نماید.کل تراشه به جز بافر RFجریان۲۲ mA از منبع ۲,۵ V مصرف می کند . بافر خروجی RF ، ۱۲ mA جریان می کشد .



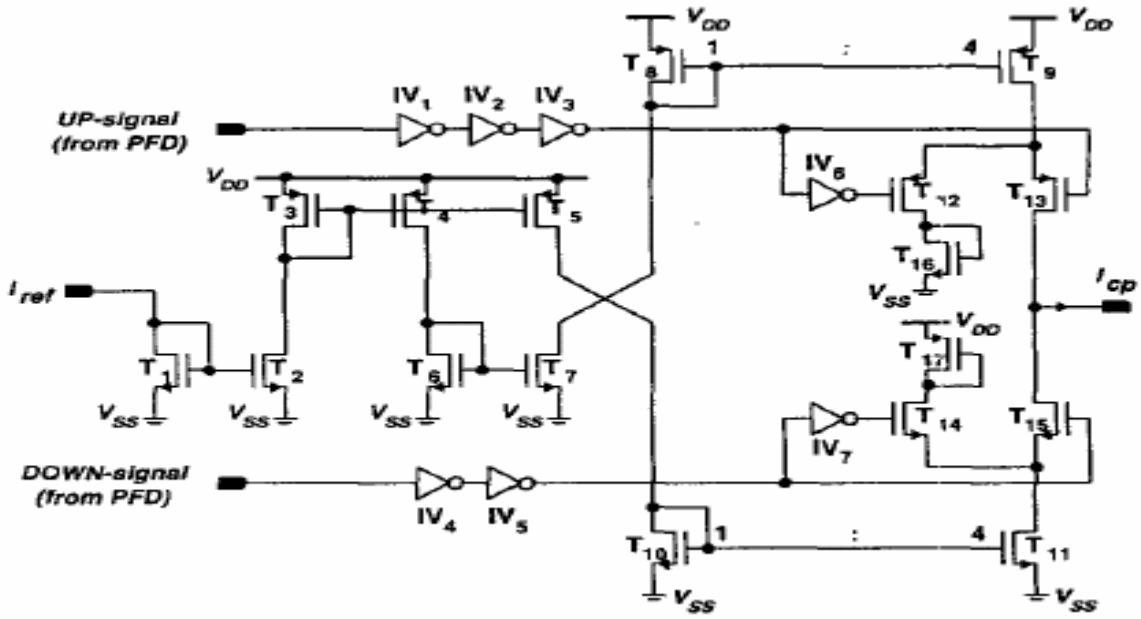
شکل۳-۱۱ : بلوک دیاگرام تراشه Synthesizer .

این ترکیب کننده فرکانس Nکسری به واسطه فرکانس مرجع ۱۳ MHz ،یک زمان نشست سریعترکه برای طراحی یک مدولاسیون مستقیم PLL ΣΔمی باشد ، رافراهم می کند .مرحله بعدی طراحی ،مجتمع سازی مدولاتور Σ Δ MASHبه کمک کاهش اتصالات بین بخش های آنالوگ ودیجیتال می باشد . حال به تشریح و اجرای هر یک از بخش های این تراشه می پردازیم .

۱ ـ پمپ بار Chargepump :

پمپ بار (شکل ۱۲) با جریان مرجع ۱۰۰μA کار می کند . در این پیش نمونه جریان توسط یک منبع جریان خارجی تامین می گردد . این کار باعث می شود که جریان پمپ بار به آسانی تغییر کند و بنابر این بهره حلقه باز قابلیت انعطاف بیشتری داشته باشد .ضریب آینه ای درپمپ بار۱:۴ است به طوری که می تواند جریان Icp که ۴۰۰ μA± است را فراهم می آورد .

برای رسیدن به رنج ولتاژ خروجی بیشتر باید در انتخاب اندازه ترانزیستور های T۱ – T۱۱ (جریان آینه ای) دقت نمود . همچنین یک جدول بندی دقیق از پمپ بارلازم است تا تطبیق جریان مثبت ومنفی برای جلوگیری از اشتباه در جریان ها حاصل آید . دو ترانزیستور اضافی (T۱۴ , T۱۲) به کار می روند تا این اطمینان برای سوئیچینگ ترانزیستور های (T۱۵ , T۱۳)به وجود آید که پیک های جریان پیش از زمانی که سوئیچینگ خاتمه یابد و مقدارشان کاهش پیدا کند ، منابعشان آماده شارژ می شوند .



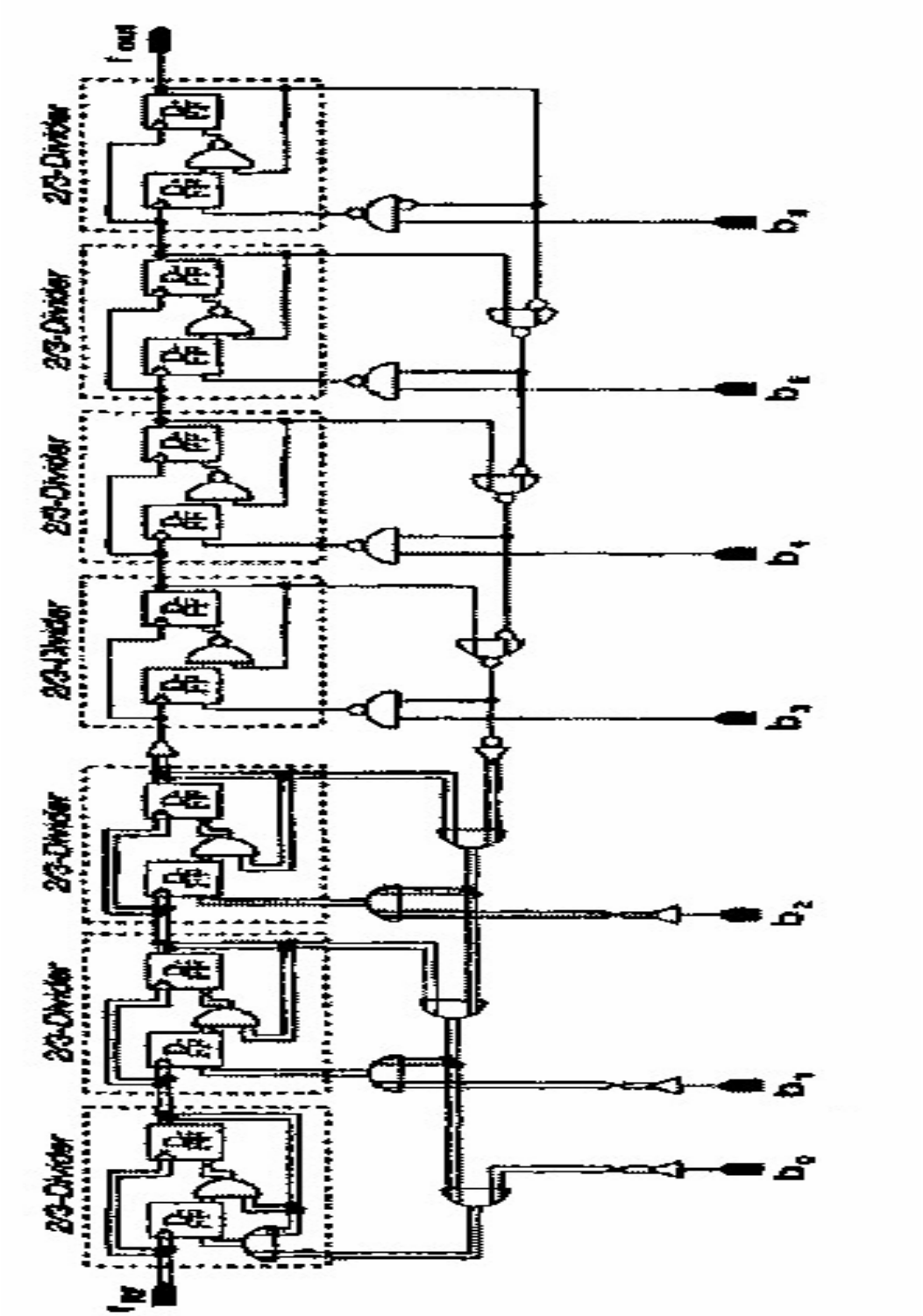
شکل ۳-۱۲ : شماتیک پمپ بار سه حالته .

۲ ـ تقسیم کننده چند ضریبی کاملاً برنامه پذیر :

همانطور که درشکل ۱۳ نشان داده شده است ، این تقسیم کننده شامل هفت تقسیم کننده باضریب ۲/۳ که به صورت آسنکرون کاسکود شده است ،می باشد .همانطور که مشخص است ، فقط در طبقه اول فرکانس بالای ۲،۴ GHzوارد می شود.این تقسیم کننده به نحوی طراحی شده است تا سیگنال خروجی یک مدولاتور $\Sigma\Delta$ MASH مرتبه سوم را برای یک مدولاسیون مستقیم PLL تبدیل کند . مقدار این تقسیم کننده N می تواندبرای مقادیر صحیح بین ۱۲۸ و ۲۵۵ برنامه ریزی شودکه بستگی به بیت های $b_6, \ldots\ldots, b_0$ مدولاتور $\Sigma\Delta$ دارد .

$$N = \sum_{n=0}^{6} b_n \cdot 2^n + 128$$ رابطه(۳-۴)

ساختار این تقسیم کننده انعطاف پذیری بالا و توانایی استفاده برای دیگر سیستم ها نسبت به Bluetooth را فراهم می کند . در عمل ، با یک مدولاتور $\Sigma\Delta$ MASH مرتبه سوم فقط ۸مقدار تقسیم نیاز است ، امابرای قصد تست کردن پیش نمونه برای تمامی مقادیر قابل دسترس است.علاوه بر این ساختار تقسیم کننده نیازی به منطق های اضافی همانندماشین تعیین انتخاب فاز ندارد.



شکل ۳-۱۳ : شماتیکی از تقسیم کننده چند ضریبی کاملاً برنامه پذیر .

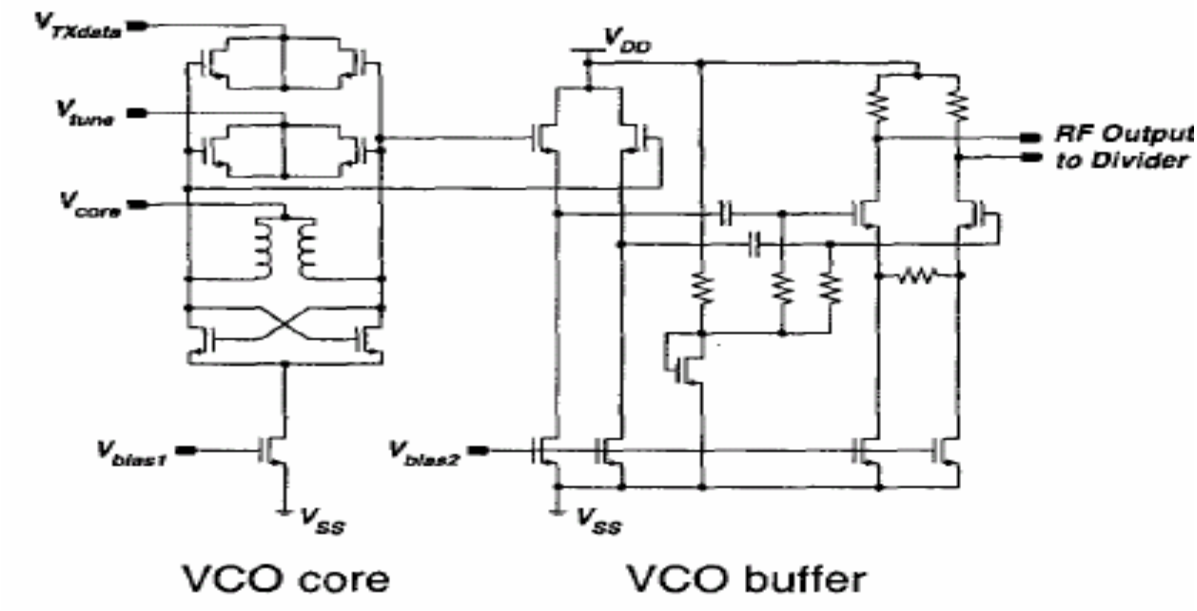
منطق ساده گیت های AND/OR این اطمینان را می دهد که ضریب های سیگنال های طبقات آخر ابتدا تولید شده و به طبقه بعدی داده می شوند. بنابر این ، تاخیر درمسیر بحرانی(فیدبک طبقه تقسیم کننده اول) به حداقل می رسد ،برای غنی سازی فرکانس های مورد عمل ۲,۵ GHz طبقات اول را با منطق اتصال منبع (source coupled logic) SCL تشکیل می دهیم . جریان های انتهایی این طبقات ۱۰۰μA می باشد .و بیشترین سرعت عمل توسط خارن های پارازیتیک درفیدبک طبقه اول ، محدود می شود . بنابر این انتخاب دقیق در اندازه های ترانزیستور و جدول بندی دقیق طبقه اول برای به حداقل رساندن خازن های پارازیتی ضروری به نظر می رسد .برای کم کردن جریان مصرفی طبقات متوالی را با فلیپ فلاپ های TSPC (True Single Phase Clock) به تحقق می رسانیم، که این فلیپ فلاپ ماکزیمم فرکانس عملیاتی بالاتر از ۱ GHz را فراهم می کند.

برای همزمان سازی تقسیم کننده چند ضریبی ضروری است تا مطمئن شویم که اطلاعاتخروجی یک مدولاتور MASH $\Sigma\Delta$ مرتبه سوم در زمان درست و به موقع به تقسیم کننده ارائه شده باشد و هیچ مقدار اطلاعات خروجی از دست نرفته باشد و یا دوباره گرفته نشده باشد . برای این کار به ازای هر بیت خروجی از دو Dفلیپ فلاپ Master- Slave استفاده می شود.اولین آن توسط فرکانس مرجع کلاک می شود و دومین آن توسط سیگنال خروجی تقسیم کننده کلاک می گردد .

۳ ـ نوسان ساز کنترل شده با ولتا ژ :

VCO کاملاً مجتمع (شکل ۱۴) از یک مدار تشدید کننده LC با Gm منفی ویک جفت اتصال تقاطعی ترانزیستور های NMOS به عنوان بخش فعال تشکیل شده است.تشدید کننده LC به عنوان یک سلف مارپیچی بر روی تراشه و وراکتور های NMOS عمل می کند .

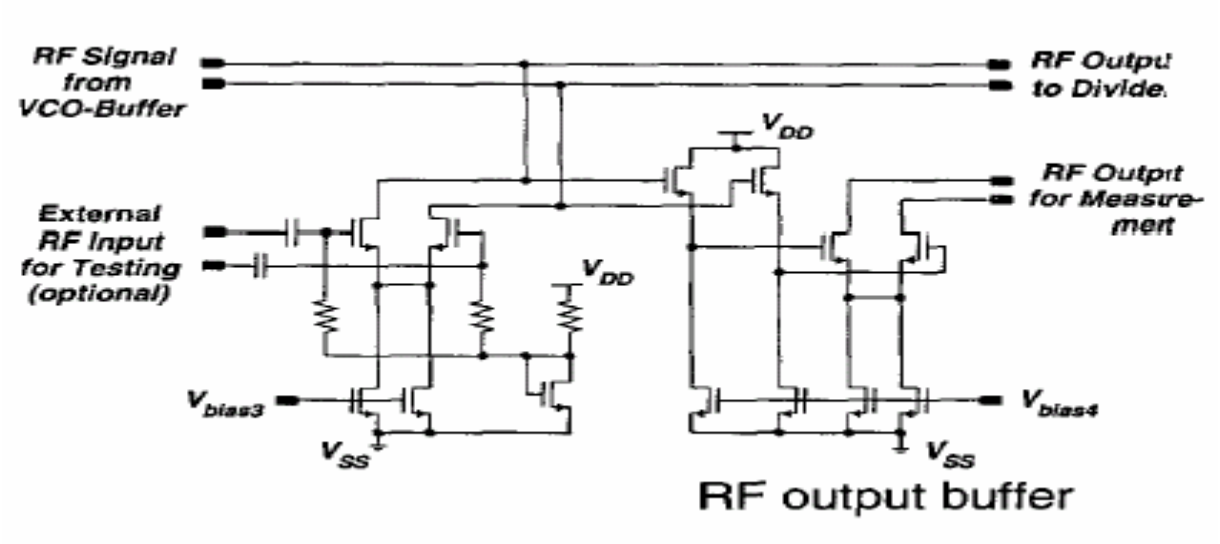
وراکتور ها با استفاده از ناحیه تهی مشخصه ظرفیت ترانزیستورها به عمل آمده اند . غیر ازتنظیم VCOیک جفت وراکتور های NMOSاضافی به عنوان مدولاسیون دوم ورودی برای رسیدن به هدف یک PLL با دو نقطه مدولاسیون مورد استفاده قرار می گیرد .



شکل ۳-۱۴ : شماتیک VCO کاملاً مجتمع .

۴ ـ بافر خروجی RF :

برای آزمایش نمودن مطلوبات پیش نمونه ، با فرخروجی RF استفاده می شود تا به طور مستقیم فرکانس VCO را باکمک طیف آنالیز گر اندازه گیری کند . به واسطه ساختار منبع باز بافر،از یک بالن (BALanced to Unbalanced)خارجی برای تبدیل خروجی تفاضلی VCOبه یک سیگنال تک سر استفاده می شود . اگر بافر نیاز نبود ، می توان با زمین کردن ولتاژ بایاس Vbias۴ تغذیه اصلی بافر راصفر نمود . (شکل ۳-۱۵)



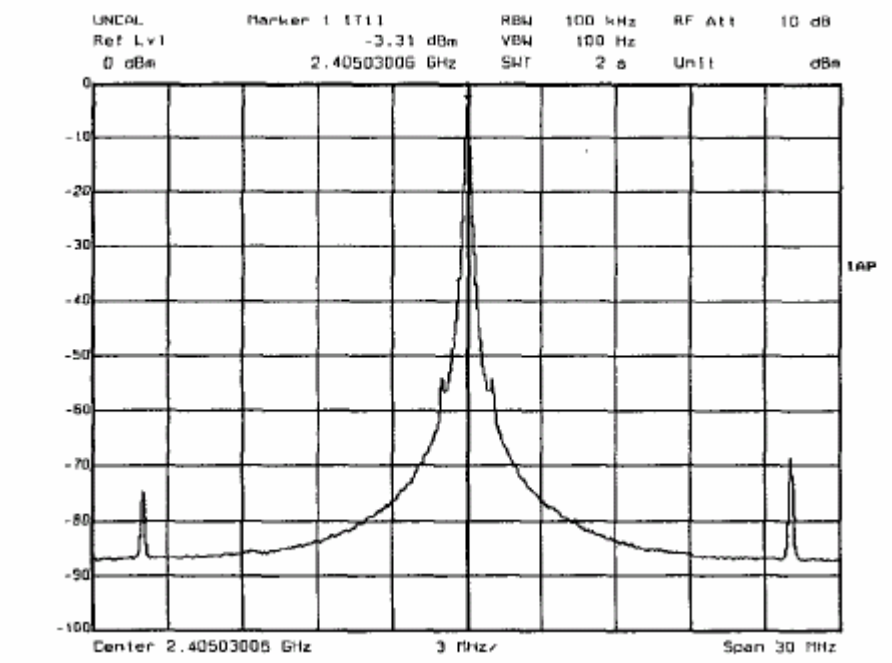
شکل ۳-۱۵ : شماتیک خروجی بافر RF .

در اندازه گیری های تقسیم کننده چند ضریبی تا ۲،۴۱ GHz به طور کامل وظایف لازم راانجام می دهد . در فرکانس های بالاتر خازن های پارازیتیک فیدبک طبقه اول را به سوی ناپایداری هدایت می کنند . و سیگنال های مدوله شده در این زمان آشکار نمی شوند ، بنابراین تقسیم کننده فراتر از این فرکانس به درستی کارنمی کند .

تفاوت و اختلاف بین شبیه سازی واندازه گیری ها باعث می شودتایک مدل نارسایی از خازنهای پارازیتی درابزار استخراج کننده بوجود آید.بیشتر شبیه سازی ها نشان می دهدکه تقسیم کننده تا ۲،۷ GHz به خوبی و کامل وظایف لازم را با استفاده از یک طرح بندی بهینه انجام می دهد . کل جریان مصرفی تقسیم کننده حدود ۶ mA در ۲،۵ V می باشد و توانایی کاهش درجه بندی را درطبقه دوم وسوم دارا است .

در طراحیVCOیک مصاله ای بین توان مصرفی ،حساسیت تنظیمی و رنج فرکانسی تنظیم پذیر انجام می گیرد . کاهش توان مصرفی باعث کاهش رنج فرکانسی تنظیم پذیرو افزایش حساسیت تنظیمی می شود . VCO در ترکیب کننده فرکانسی دارای یک حساسیت تنظیمی در حدود ۲۰۰ MHz/V با مصرف ۱،۵ mA از منبع ۲،۵ V می باشد . رنج تنظیمی از۲،۲۴ GHz تا ۲،۵GHzبا نویز فازی ۱۳۳ dBc/Hz – در ۳ MHz آفست را پوشش می دهد .

در طیف خروجی ترکیب کننده فرکانس (شکل ۱۶) ، در فاصله ۱۳ MHz محرک های فرکانس مرجع در حدود ۶۸ dBm – قابل تشخیص هستند ، که در نتیجه هم طیف خروجی و هم نویز فازی نیاز های مشخصات Bluetooth را برآورده می سازند .



شکل ۳-۱۶ : طیف خروجی ترکیب کننده فرکانس :

فصل ۴

مدلهای کاربردی Bluetooth

یک تکنولوژی بی سیم با برد کوتاه و قیمت ارزان نظیر Bluetooth در حالت کلی می تواند کاربردهای بسیار زیادی در زندگی امروزه داشته باشد . ذیلا بعضی از این کاربردها ذکر می گردد.

۴-۱- کامپیوتر بی سیم

کامپیوتر شخصی، یکی از دستگاههایی است که تعداد کابلهای ارتباطی در آن نسبتا زیاد است. با جایگزین نمودن این کابلهای انتقال داده بوسیله Bluetooth ، می توان کامپیوتری داشت که وسایل جانبی آن نظیر صفحه کلید ، ماوس ، بلندگو، جاپگر و ... همگی بصورت بی سیم با آن مرتبط هستند.

۴-۲- Ultimate Headset

این دستگاه که مجموعه ای است از یک هدفون و میکروفن، بر روی سر کاربر قرار گرفته و ارتباط او را با دستگاههای مختلف نظیر کامپیوتر، تلفن همراه، تلفنهای بی سیم و ... برقرار می سازد.

۴-۳- تلفن سه کاره

این سناریو یکی از مهمترین کاربردهای تکنولوژی را به نمایش می گذارد. یک گوشی تلفن همراه، با بکارگیری Bluetooth می تواند به سه روش مختلف ارتباط برقرار نماید. در هنگامیکه تقاضای برقراری ارتباط در فاصله ای کمتر از یکصد متر باشد، تلفن از سیستم Bluetooth برای ارسال صوت استفاده می کند و در واقع همانند یک دستگاه واکی – تاکی[۱] عمل می نماید. در مکانهایی نظیر منزل یا اداره که دسترسی به خطوط شبکه عادی تلفن میسر است، گوشی از طریق یک ارتباط Bluetooth و یک ایستگاه ثابت به این خطوط متصل شده و نقش یک تلفن بی سیم معمولی را بازی می کند. در حالاتی که هیچگونه دسترسی مستقیم به مقصد تماس یا خطوط تلفن وجود ندارد، از سیستم سلولی نظیر GSM می توان برای برقراری ارتباط استفاده نمود. با این وصف، صرفه جویی بسیار زیادی در هزینه ها و ترافیک شبکه تلفن همراه صورت می پذیرد.

[۱] - Walkie - Talkie

۴-۴- انتقال داده و فایل

یکی دیگر از مهمترین موارد استفاده Bluetooth ، انتقال داده ۸ها بین دستگاههای مختلفی نظیر کامپیوترهای قابل حمل، PDAها و تلفنهای همراه می باشد. Bluetooth می تواند موقت و سریعی را برای تبادل اطلاعات بین چنین دستگاههایی فراهم آورد که در عین حال بدون نیاز به کابل عمل می نماید.

۴-۵- پل اینترنت:[۱]

Bluetooth می تواند بعنوان یک پل برای مرتبط نمودن دستگاههایی نظیر کامپیوترهای قابل حمل یا PDAها به شبکه اینترنت بکار رود. این امر به دو روش امکانپذیر است :

شماره گیری : در این روش، همانند روشهای موجود حاضر برای اتصال به اینترنت در منازل و سایر مکانها، از خطوط تلفن معمولی یا سیستم سلولی GSM برای ارتباط با اینترنت استفاده می شود. تفاوت در این است که دیگر احتیاجی به اتصال کامپیوتر به خط تلفن یا تلفن همراه از طریق سیم وجود نخواهد داشت.

دسترسی مستقیم به شبکه : در محیطی همانند یک اداره که ارتباط با اینترنت از طریق یک شبکه محلی صورت می گیرد، ایک کامپیوتر قابل حمل می تواند از طریق یک نقطه دسترسی به شبکه به شبکه محلی متصل و از آن طریق به اینترنت متصل گردد. این امر احتیاج به کابل کشی به تمام نقاط احتمالی قرارگیری کامپیوترها را از بین برده و تنها ایجاد چند نقطه دسترسی به شبکه از طریق Bluetooth را ایجاب می کند که نه تنها احتیاجی به کابل کشی ندارند، بلکه امکان به اشتراک گذارده شدن را نیز دارند.

[۱] - The Internet Bridge

فصل ۵

نتیجه

و پیشنهادات

۵-۱-نتیجه:

در این پروژه استانداردها و خود سیستم Bluetooth مورد بررسی قرار گرفت که به عنوان سیستمی، که هم دارای عناصر آنالوگ و هم دارای عناصر دیجیتال است، برای تست عملکرد تراشه های FPMA بسیار مناسب به نظر می رسد.

هدف آن است که ضمن شناخت پروتکل های پایه ، معماری ها و راهکارهای پیشنهادی برای تلفیق این پروتکل ها را مورد بررسی قرار داده و بتوانیم این پروتکل بی سیم را بیشتر بشناسیم. در این صورت قادر خواهیم بود ارتباط زیر شبکه های مبتنی بر بلوتوس را با کارایی بالایی برقرار سازیم معماری واسط پیشنهادی و نتایج حاصل از شبیه سازی آن مانند زمان ارسال بسته ، تعداد بسته ای ارسالی و میزان خروجی نشانگر برآورده شدن اهداف فوق می باشد.

یک وسیله Bluetooth باید نیازهای مشخصی را تامین کند ، از جمله باید کم هزینه و کم توان باشد تا به طور موثری با دیگروسایل قابل حمل مجتمع گردد درعین حال کارایی مطلوب و مناسبی در برابر تداخل ها داشته باشد .ازتداخل هاییکه به صورت نویز RF مطرح هستند ، می توان سیگنال های رادیویی پرتوان که در نزدیکی پیغام های رادیویی Bluetooth حضور دارند مانند سیگنال هایGSM یا CDMA را نام برد . برای کاهش هزینه و توان مصرفی از فرایند دیجیتالی ۰٫۳۵ µm CMOS استفاده می شود،که در نتیجه فرستنده/گیرنده کاملاً مجتمع وکم توان برروی یک تراشه را بدست خواهیم آورد .

با توجه به پیچیدگی و هزینه بسیار زیاد ساخت و نگهداری کابلها و با تجربه صدمه و تخریب کابلها در بسیاری از ادارات و خانه ها و با پیشرفت تکنولوژی سیستمهای Wreless ، تراشه های Bluetooth کم کم جایگزین کابلها شده اند. بطوریکه اطلاعاتی که از طریق کابلها دریافت می شود اکنون از طریق فرکانس مخصوصی به گیرنده تراشه Bluetooth فرستاده شده و از آنجا اطلاعات به کامپیوتر ، تلفن یا هرچیز دیگر فرستاده می شود.

۵-۲-پیشنهادات:

با این ایده جدید، عقاید جدیدی بطور دائم پدیدار می شوند که گاها عملی و کاربردی هستند برای مثال تراشرهای Bluetooth در حاملهای نگهدارنده بکاری رود، برای اینکه یک کامیون برای تعمیر نگهداشته شود مشخص و متمایز باشد، می تواند با یک فرستنده دائما در حال ارتباط برقرار کردن با تلفن همراه شما باشد، و یا یخچالی که با کامپیوتر شما در ارتباط است و توسط Bluetouth فعال شده است می تواند در مورد انواع خوراکهای موجود در آن یخچال آگاهی دهد.

ضمائم

مجموعه پروتکل ها و پروفیل های Bluetooth

مانند هر سیستم ارتباطی دیگر، تعریف Bluetooth نیز شامل تعریف تعدادی لایه(سطوح مختلف در برقراری ارتباط) و پروتکل های مختص هر لایه است. مجموعه لایه های (پروتکل های) این سیستم را به طور خلاصه بررسی می نماییم.

لایه RF: تعیین کننده پارامترهای ارتباط رادیویی.

لایه باند پایه base band: تعیین کننده عملیات سطح پایین در حد بیت و بسته است. این عملیات شامل کدینگ FEC ، رمزنگاری، محاسبات به کنترل خطا (CRC) و درخواست مجدد بسته ها (ARQ) است.

لایه مدیر خط ارتباط link manager: تعیین کننده نحوه برقراری و قطع ارتباط، تصدیق هویت ، مدیریت کانال ها در خط ارتباطی، مدیریت ترافیک خط و نظارت بر آن، و مدیریت توان است.

لایه L۲CAP Logical Link Control and Adaptation Protocol:به عنوان واسطی بین پروتکل های استاندارد انتقال اطلاعات و پروتکل Bluetooth معرفی شده است. این عملیات زیر را انجام می دهد.

۱-multi plexing: از آنجا که امکان عملکرد تعدادی پروتکل متفاوت در لایه های بالاتر از L۲CAP وجود دارد، این لایه باید امکان multi plexing آنها را در یک قالب فراهم کند.

۲-تجزیه و ترکیب بسته ها: بسته های اطلاعاتی که طول آنها از حداکثر طول بسته های ارسالی در Bluetooth بیشتر باشد باید قبل از ارسال توسط این لایه به چند بسته تجزیه شده و در مقصد ترکیب شوند.

۳-کیفیت سرویس: این لایه امکان تبادل اطلاعات مربوط به کیفیت سرویس ارتباطی را فراهم می کند.

۴-گروهها: در تعریف ویژگیهاهی لایه L۲CAP ، امکان پیاده سازی گروههایی در یک شبکه پیش بینی شده است.

پروتکل های خاص کاربردی: فوق لایه L۲CAP ، پروتکل های متعددی برای ارائه سرویس های خاص برای کابردهای مختلف پیش بینی شده است. به عنوان مثال در این سطح، پروتکل SDP ، Service Discovery Protocol برای جستجو و کشف قابلیتهای واحدهای Bluetooth مجاور پروتکل RFCOMN برای شبیه سازی درگاه ارتباطی سریال در Bluetooth و پروتکل TCS برای تعریف سیگنال دهی لازم برای ایجاد ارتباطات صوت و داده بین واحدهای Bluetooth وجود دارد.

صوت: شایان ذکر است که ارسال صوت در Bluetooth می تواند مستقیما نیز بین دو واحد صورت گیرد. در این حالت پس از ایجاد یک خط ارتباطی، انتقال صوت بدون دخالت لایه L۲CAP انجام می شود.

علاوه بر پروتکل های فوق که برای تضمین قابل فهم بودن اطلاعات ارسالی در هر دو طرف خط ارتباطی لازم است، تعدادی پروفیل نیز تعریف شده است. پروفیلها تعیین کننده ساختار نرم افزاری حاکم بر برنامه کاربردی (لایه بالای پروتکل ها) است. به عبارت دیگر در یک پروفیل تعیین می شود که کدام عناصر پروتکل های تعریف شده در Bluetooth را در یک دستگاه با امکانات محدود (از نظر حافظه و قدرت پردازش) فراهم می کند. به این ترتیب دستگاه های ساده نظیر headset یا موس می توانند با حداقل پروتکل های لازم کار کنند . با به وجود آمدن کاربردهای جدید پروفیلهای جدیدی نیز می توانند به مجموعه پروفیل های تعریف شده اضافه شود.

چهار پروفیل عمومی در Bluetooth تعریف شده است که مبنای مدل های مورد استفاده توسط کاربران است و پایه ای برای مدل های بعدی نیز هست .این چهار پروفیل موارد زیر می باشند.

۱-GAP(Generic Access Profile):

پروفیل دسترسی عمومی، تعریف کننده نحوه کشف کردن و برقراری ارتباط واحدهای Bluetooth با یکدیگر است. GAP این اطمینان را فراهم می کند که هر دو واحد Bluetooth مستقل از سازنده و

کاربرد می توانند اطلاعاتی را برای کشف انواع کابردهای قابل پشتیبانی توسط خود تبادل کنند. هر واحد -
GOEP(Generic Object Exchange Profile):

این پروفیل مجموعه پروتکل ها و روش هایی را تعریف می کند ک توسط نرم افزارهای مبتنی بر کار با شیء ها استفاده می شود. تعدادی مدل های کاربردی نظیر مدل ارسال فایل ، مدل دسترسی به شبکه محلی، و مدل تلفن سه کاره(تلفن سلولی، تلفن بی سیم با دستگاه مرکزی، و تلفن بی سیم بدون دستگاه مرکزی) بر اساس این پروفیل بنا شده اند. برنامه های استفاده کننده از این پروفیل ، فرض می کنند که خط و کانال ارتباطی برقرار شده اند. (چنانچه در پروفیل GAP تعریف شده است) همچنین این پروفیل وابسته به SPP نیز می باشد.

Bluetooth که از هیچ پروفیل دیگری تبعیت نکند، حداقل باید از این پروفیل برای تضمنی امکان برقراری با سایر واحدها تبعیت کند.

۲-SDAP(Service Discovery Application):

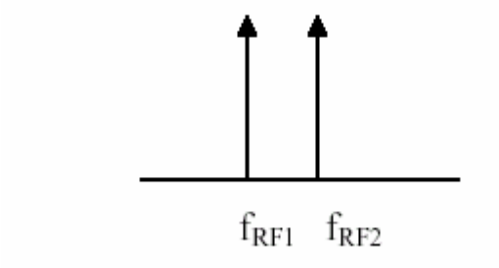
این پروفیل، تعریف کننده نحوه جستجوی سرویس های قابل دسترسی برای یک Bluetooth است. SDAP شامل یک برنامه کاربردی کشف سرویس است که در خواست سرویس را به سایر واحدها ارسال کرده و از آنها دریافت می کند. این پروفیل وابسته به GAP است و از بخشهایی از آن استفاده می کند.

۳-SPP(Serial Port Profile):

این پروفیل تعریف کننده نحوه ایجاد درگاههای (پورت های)سریال مجازی در دو دستگاه و ارتباط آنها با هم با Bluetooth است. با استفاده از این پروفیل، واحدهایBluetooth می توانند یک ارتباط سریال با پروتکل RS۲۳۲ با سرعت ۱۲۸ kb/s را تقلید کنند. این پروفیل نیز به GAP وابسته است و از بخش هایی از آن استفاده می کند.

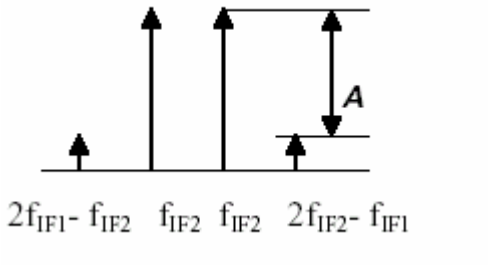
ـ Third- order Intercept Point :

وقتی دو سیگنال RF که از نظر دامنه با یکدیگر برابر هستند ، با هم به ورودی یک مخلوط کننده (Mixer) وارد شوند به علت غیر خطی بودن دستگاه مخلوط کن ، فرکانسهای مدلاسیون داخلی (Intermodulation) تولید می شوند .



شکل ۱ : دو سیگنال RF هم دامنه در ورودی

مخلوط کن .



شکل ۲ : سیگنال ها در خروجی مخلوط کن .

در شکل ۱ ، طیف از دو سیگنال RF با فرکانس های fRF۱ و fRF۲ نزدیک به هم نشان داده شده است . شکل ۲ ، طیف ساده شده خروجی IF را نشان می دهد . نتیجه مرتبه سوم این دو فرکانس های غالب مدولاسیون داخلی ۲f IF۱– f IF۲ و ۲f IF۲ – f IF۱ می باشند که نزدیک به خروجی IF مطلوب قرار گرفته اند . فاصله ای که بین نتیجه مدولاسیون داخلی و حامل نزدیک به هم وجود دارد ،

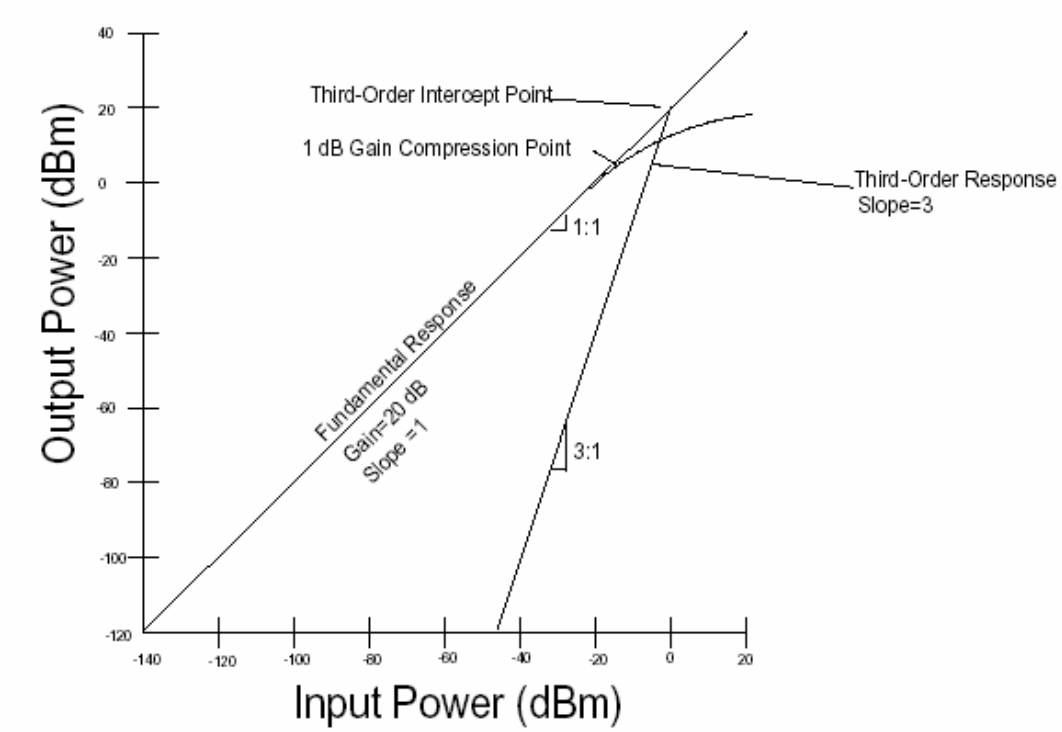
همانند سیگنال های حامل می باشند . به عنوان مثال اگر حامل ها MHz ۱ از یکدیگر دور باشند ، نتیجه مدولاسیون داخلی از نزدیک ترین حامل MHz ۱ فاصله دارد . و به طور کلی اگر دو حامل به یکدیگر نزدیک باشند ، فیلتر کردن سیگنال ناخواسته از سیگنال مطلوب بسیار مشکل خواهد بود .

تعریف IP^3 :

اختلاف سطح توان بین سیگنال اصلی و نتیجه مدولاسیون داخلی با توجه به شکل ۲ مقدار A می باشد . نقطه برخورد مرتبه سوم ورودی (IIP^3) به این صورت تعریف می شود :

$$IIP^3\ (dBm) = Pin(dBm) + A/2 \qquad (1)$$

به طور معمول در ناحیه خطی مخوط کن نتیجه مدولاسیون داخلی با کاهش ۱dB توان RF، ۳dB کاهش می یابد . از معادله ۱ این طور به نظر می رسد که IP^3 به سطح توان RF غیر حساس گردیده است . بنابر این IP^3 به عنوان یک پارامتر برای تشریح و توضیح عملیات نتیجه مدولاسیون داخلی مورد استفاده قرار می گیرد .



شکل۳. نقطه برخورد مرتبه سوم ورودی (IIP^3

واژگان اختصاری

abbriviation	واژگان
AAA	Authentication Authorization & Acounting
BD-ADDR	Bluetooth Device Address
BS	Base Station
BU	Binding Update
CH	Correspondent Host
CIP	Cellular Internet Protocol
CN	Correspondent Node
COA	Co - located Address
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DIAC	Dedicated Inquiry Access Code
DiffServ	Differentiated Services
DSDV	Destination-Sequence Distance-Vector Routing
FA	Foreign Agent
FHS	Frequency Hopping Sequence
FM	Fixed Master
GCoA	Global Care Of Address
GFA	Gate way Foreign Agent
GW	Gateway
HA	Home Agent
HAWAII	Hand off-aware Wireless Access Internet Infrastructure
HLR	Home Location Register
IDMP	Intra- domain MM Protocol
IETF	Internet Engineering Task Force
IntServ	Integrated Services

UQS	Uniform Quarum System
VLR	Visitor Location Register

واژه نامه

فارسی به انگلیسی

الف	
آدرس عضو فعال	Active Member Address
آدرس دستگاه بلوتوث	Bluetooth Device Address
آدرس بخش پایینی	Lower Address Part
اعلام وصول منفی	Negative Acknowledge
ارتباط فرکانس رادیویی	Radio Frequency Communication
ب	
بیت کم ارزش	Least Significant Bit
بیت پرارزش	Most Significant Bit
باس سریال جهانی	Universial Serial Bus
بخش آدرس کم ارزش	Non-significant Address Part
پ	
پروفایل دسترسی عمومی	General Access Profile
ت	
تقاضای تکرار اتوماتیک	Automatic Repeat Request
تصحیح خطای پیشرو	Forward Error Correction
تعویض شیء مادون قرمز	Infrared Object Exchange
چک خطای سرآیند	Header Error Check
خ	
خادم حوزه نام	Domain Name Server
د	
داده مادون قرمز	Infrared Data Association
دستیار همراه شخصی	Persoanal Digital Assistant

س	
سیستم عمومی مبایل	General System for Mobile
ش	
شبکه محلی	Local Area Network
غ	
غیر همزمان با کاربر	User Asynchronous
ق	
قرارداد اینترنت	Internet Protocol
قرارداد مدیریت اتصال	Link Management Protocol
قرارداد تعویض شی ء	Object Exchange Protocol
قرارداد نقطه به نقطه	Point-to-Point Protocol
قرارداد تشخیص خدمات کاربرد	Service Discovery Application Protocol
قرارداد داده گرام کاربر	User Datagram Protocol
قرارداد دسترسی بی سیم	Wireless Access Protocol
ک	
کد دسترسی کانال	Channel Access Code
کلاس دستگاه	Class od Device
کد دسترسی دستگاه	Device Access Code
کد دسترسی پرس وجوی اختصاصی	dedicated Inquiry Access Code
کد دسترسی پرس و جوی عمومی	General Inquiry Access Code
کیفیت بالای صدا	High Quality Voice
کد پرس و جوی دسترسی	Inquiry Access Code
کانال منطقی	Logical Channe
کنترلر اتصال	Link Controller

گ

گیرنده	Receiver

م

مقدار گذاری بررسی پیش فرض	Default Check Initialization
مدیر اتصال	Link Manager
مبایل مادون قرمز	Infrared Mobile Association
مدولاسیون پالس کد	Pulse Code Modulation
مشخصه کنترل تلفن	Telephony Control Specification

ن

نرخ خطای بیتی	Bit Error Rate
نرخ متوسط داده	Data Medium Rate
نرخ بالای داده	Data High Rate

و

واسط کنترل گر میزبان	Host Controller Interface
واسط برنامه نویسی کاربر	Application Programing Interface

ه

همزمانی پرش فرکانسی	Frequency Hopping Synchronization
همزمان اتصال گرا	Synchronous Connection Oriented
همزمان با کاربر	User Synchronous

منابع ومراجع

1- Bluetooth Special Interset Group , "Specification of the Bluetooth system Ver 1.1-Core" , 2000.

2- Bluetooth Special Interset Group , "Specification of the Bluetooth system Ver 1.1 Profiles" , 2000.

3- Miller , Brent A. Bisdi kian , chat Schik."Bluetooth Related", Printice Hall , 2001.

4- Lawrence S.Brakmo and L. peterson, "TCP Vegas: End to End Congestion Aviodance on a Global Internet" , IEEE Journal on selected areas in communication , VOL 13.

5- Jaap C.Haartsen and sven Mattisson, "Bluetooth – A New Low-Power Radio Interface Providing Short – Range connectivity", IEEE Proceedings of Communication. Voi 88, No 10, October 2000.

6- Zhang Pei et al , "Bluetooth – The Fastest Developing wireless Technology", IEEE Communication Technology proceedings 2000.

7- Per Johansson et al, "short Range Radio Based Ad-noc Networking . Performance and principles". IEEE International conferece on communications, 1999, Page (s): 1414-1420.

8- Jaap C. Haartsen , "The Bluetooth Radio System", IEEE Personal communications. February 2000.

9- Stefan Zurbes et al , "Radio Network Performance of Bluetooth" , IEEE International Conference on communications. Vol 3. Page (s) : 1536-1567.

10 -A 2.4 GHz CMOS Transceiver for Bluetooth .
IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS .
VOL 36. NO .12, DECEMBER 2001 .

11 -An IF Demodulator for Bluetooth in 0.35 μm CMOS .
IEEE 2001 CUSTOM INTEGRATED CIRCUITS CONFERENCE.

12 - The Blurtooth Radio System .
IEEE PERSONALCOMMUNICATION , FEBRUARY 2000 .

13 - A Fully Integrated SIGE Bipolar 2.4 GHz Bluetooth Voltage Controlled scillator .
2000 IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium .

14 - A Fully Integrated CMOS Frequency Synthesizer for Bluetooth .
2001 IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium .

15 - Internet :
www.bluetooth.com
www.palowireless.com
www.motorola.com/bluetooth/products
www.digianswer.com

16- مجله برق شریف ـ شماره 11 ـ بهار 1380 .

17 - **IEEE Std 802.15.1™-2002**
"IEEE Standard for Information technology, Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks Specific requirements", IEEE 2002

18 - Brian Senese, Gordon McNutt, Bill Munday, David Kammer, "**Bluetooth Application Developer's Guide**", Syngress; December 2001

19 - Robert Morrow, "**Bluetooth Operation And Use**", McGraw-Hill, May 2002

20 - N.P. Kontakos and J.K. Pollard, **'Bluetooth RF Layer Performance Evaluation'.**

21 - Bo Xia, Chunyn Xin, "**A GFSK Demodulator for Low-IF Bluetooth Receiver**", IEEE Journal of Solid State Circuits. Vol.38.No.8.August 2003

22 - **http://www.palowireless.com/bluetooth/**

23 - **http://www.palowireless.com/i802_15/**

24 - **http://www.palowireless.com/infotooth/tutorial/baseband.asp**

25 - **http://www.eece.ksu.edu/vlsi/bluetooth/if_filt/block_mypart.gif**

26 - **http://www.eece.ksu.edu/vlsi/**

27 - **http://www.relisoft.com/science/**

28 - **http://www.rfglobalnet.come/**