

به نام خدا

RFID 125KHz

گردآوری

یعقوب جان محمدی

کلمات کلیدی

RFID، آنتن

چکیده

شناسایی با استفاده از امواج رادیویی ، یک روش خودکار جهت شناسایی می باشد و بر اساس ذخیره سازی انرژی و بازیابی از راه دور دیتا که توسط برچسب های RFID انجام می شود، استوار است. به دلیل وجود آنتن، نویز در مدار تاثیر زیادی دارد و روش هایی برای کاهش اثر نویز ارائه گردیده است.



۵	..... مقدمه
۵	..... ۱-۱. RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) :
۶	..... فصل دوم
۶	..... ۲. تاریخچه
۶	..... ۱-۲. تاریخچه برچسب های RFID
۷	..... فصل سوم
۷	..... ۳. طرز کار
۷	..... ۱-۳. طرز کار RFID
۹	..... فصل چهارم
۹	..... ۴. معرفی برچسب های RFID
۹	..... ۱-۴. برچسب های RFID
۹	..... ۱-۱-۴. برچسب غیر فعال (PASSIVE TAG)
۱۰	..... ۲-۱-۴. برچسب فعال (ACTIVE TAG)
۱۰	..... ۳-۱-۴. برچسب نیمه فعال (SEMI ACTIVE TAG)
۱۱	..... فصل پنجم
۱۱	..... ۵. معرفی آنتن ها
۱۱	..... ۱-۵. انواع آنتن (سیم پیچ)
۱۱	..... ۱-۱-۵. آنتن های فرکانس پایین
۱۲	..... ۲-۱-۵. آنتن های فرکانس بالا (HF)
۱۲	..... ۳-۱-۵. آنتن های فرکانس فوق بالا (UHF)
۱۴	..... فصل ششم
۱۴	..... ۶. کاربردهای RFID
۱۴	..... ۱-۶. گذرنامه (PASSPORT)
۱۴	..... ۲-۶. عوارض حمل و نقل جاده ای
۱۴	..... ۳-۶. شناسایی کالاها
۱۵	..... ۴-۶. کلید اتومبیل ها

۱۵	۵-۶. شناسایی حیوانات و احشام
۱۵	۶-۶. RFID در کتابخانه
۱۶	۷-۶. سایر کاربردها
۱۷	فصل هفتم
۱۷	۷. گزارش مدار عملی
۱۹	فصل هشتم
۱۹	۸. توضیح سخت افزار
۲۴	فصل نهم
۲۴	۹. بخش نرم افزار
۲۴	۹-۱. بخش مربوط به RTC (REAL TIME CLOCK)
۲۴	۹-۲. بخش مربوطه به نمایش بر روی LCD گرافیکی 128×64
۲۶	فصل دهم
۲۶	۱۰. دیکد کردن خروجی U2270B
۳۱	فصل یازدهم
۳۱	۱۱. معرفی U2270B
۳۱	۱۱-۱. توضیحات در مورد ساختار U2270B
۳۱	۱۱-۱-۱. مشخصات
۳۱	۱۱-۱-۲. کاربردها
۳۲	۱۱-۱-۳. تشریح مدارات U2270B
۳۳	۱۱-۱-۴. منبع تغذیه داخلی
۳۴	۱۱-۱-۵. انواع روش های تغذیه U2270B
۳۴	۱۱-۱-۵-۱. عملکرد تک ریلی:
۳۴	۱۱-۱-۵-۲. عملکرد دو ریلی :
۳۵	۱۱-۱-۵-۳. عملکرد در حالت ولتاژ باطری:
۳۵	۱۱-۱-۶. نوسان ساز(اسیلاتور)
۳۶	۱۱-۱-۷. فیلتر پایین گذر

۳۶	..... تقویت کننده ۸-۱-۱۱
۳۷	..... کاربردها (APPLICATIONS) ۹-۱-۱۱
۳۸	..... مدار کاربردی اول ۱-۹-۱-۱۱
۳۹	..... مدار کار بردی دوم ۲-۹-۱-۱۱
۴۰	..... مدار کاربردی سوم ۳-۹-۱-۱۱
۴۰	..... توضیح مدار پیش تقویت کننده ۱۰-۱-۱۱
۴۱	..... انتخاب خازن کوپلینگ ورودی و خروجی ۱-۱۰-۱-۱۱
۴۲	..... نتیجه ۱۲

۱-۱. *RFID* (*RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION*) :

شناسایی با استفاده از امواج رادیویی ، یک روش خودکار جهت شناسایی می باشد و بر اساس ذخیره سازی انرژی و بازیابی از راه دور دیتا که توسط برچسب های *RFID* انجام می شود، استوار است. یک برچسب *RFID* شیئی است که می تواند به یک حیوان ، محصول و یا یک انسان جهت شناسایی با استفاده از امواج رادیویی متصل شود. بیشتر برچسب های *RFID* دارای حداقل دو بخش هستند. یک بخش شامل تراشه سیلیکونی می باشد که وظیفه آن ذخیره سازی و پردازش بر روی اطلاعات و همچنین مدولاسیون و دمدولاسیون امواج رادیویی است. بخش دوم یک آنتن می باشد که برای دریافت و انتشار سیگنال ها استفاده می شود.

فصل دوم

۲. تاریخچه

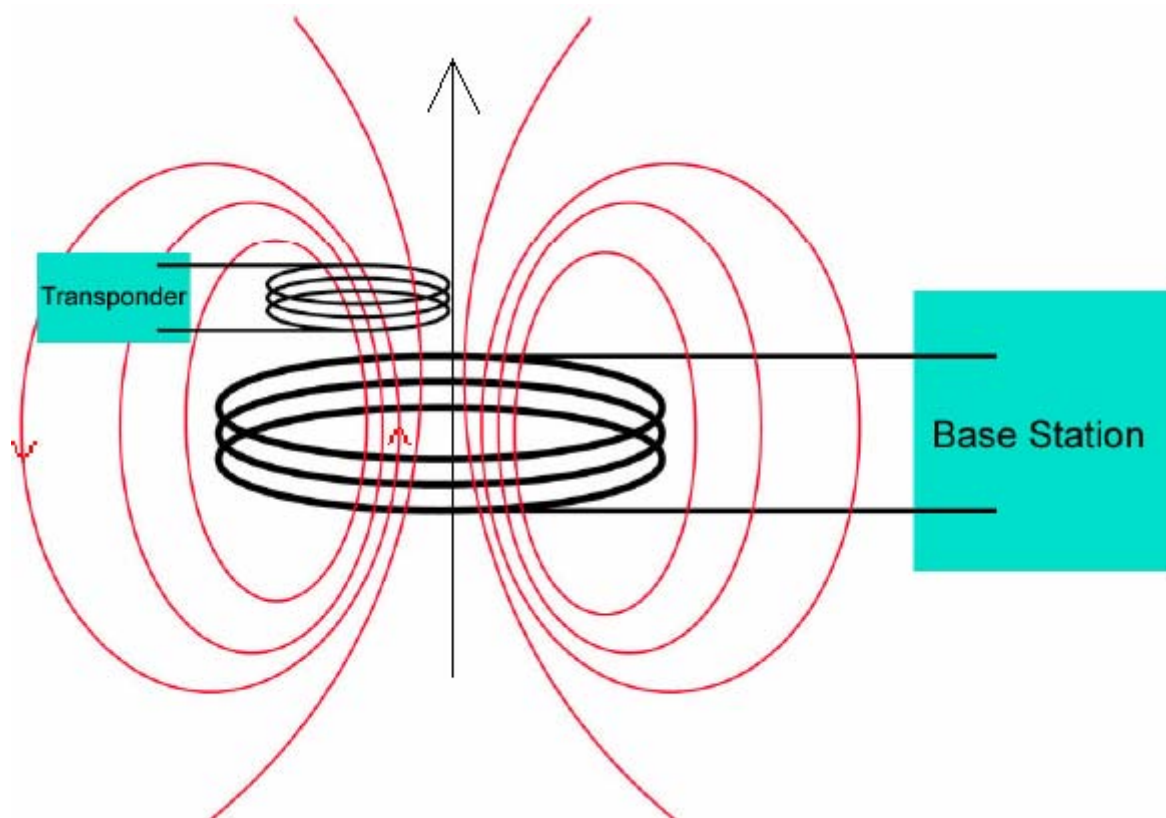
۲-۱. تاریخچه برچسب های *RFID*

در سال ۱۹۴۸، لئون ترمین (*LEON THEREMIN*) وسیله ای را جهت جاسوسی برای شوروی سابق اختراع کرد که می توانست امواج رادیویی را از یک گیرنده-فرستنده که بصورت نامرتب موج کریر ارسال می کرد، جذب کرده و اطلاعات صوتی خود را بر روی این امواج مدوله کرده و دوباره به فرستنده-گیرنده ارسال کند. طرز کار آن به این صورت بود که امواج صوتی یک دیافراگم را به ارتعاش در می آوردند و این دیافراگم باعث تغییر جزئی در شکل یک رزوناتور می شد که در نهایت موج کریر فرستاده شده را مدوله می کرد.

یک شکل ساده از نحوه ی انتقال توان توسط امواج رادیویی به یک برچسب *RFID* در سال ۱۹۷۳ توسط روبرت فریمن (*ROBERT FREYMAN*) به آزمایش درآمده در این آزمایش سیستم در فرکانس 910MHz کار می کرد و برچسب ها دارای ۱۲ بیت بودند و این تکنیک اصول کار برچسب های *RFID* در رنج فرکانس *UHF* امروزی می باشد.

۳-۱. طرز کار RFID

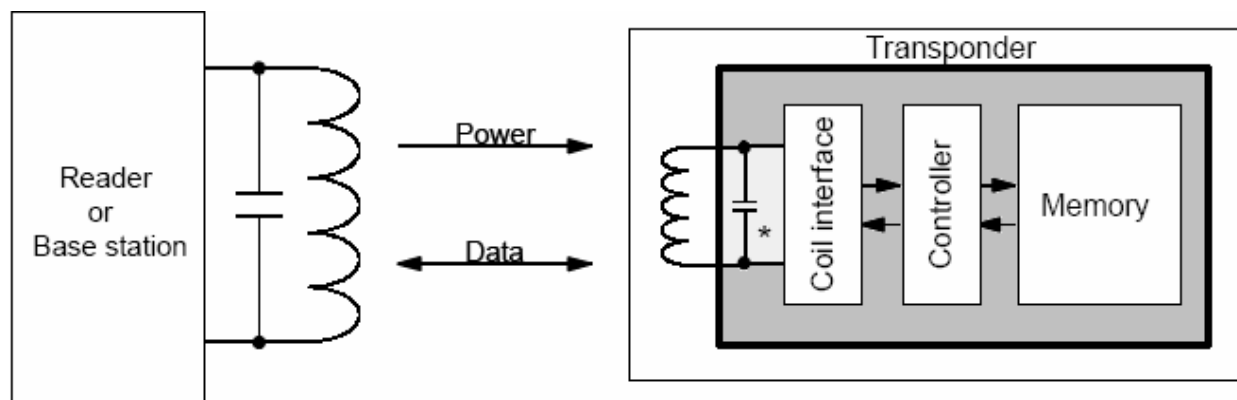
تکنولوژی RFID براساس روش پس انتشار (*BACKSCATTERING*) امواج کار می کند . برای توضیح بیشتر به شکل (۳-۱) زیر توجه کنید ؛



شکل (۳-۱) : *backscattering*

در این شکل سیم پیچ بزرگتر، فرستنده-گیرنده مرکزی و سیم پیچ کوچکتر یک برچسب RFID می باشد. همانطور که می بینیم امواج (کریر) تولید شده از سیم پیچ بزرگتر ، به سیم پیچ کوچکتر وارد و بعد خارج می شوند . اما در لحظه اول (حدود ۵ تا ۲۰ میلی ثانیه اولیه که برچست RFID وارد میدان می شود) این امواج فقط وارد می شوند و جذب سیم پیچ کوچکتر می شوند تا زمانی که تراشه ی

RFID موجود در برچست روشن شود . در این شرایط تراشه شروع به مدولاسیون دیتای خود بر روی امواج وارد شونده می کند . در واقع امواج خارج شونده از سیم پیچ کوچکتر همان امواج مدوله شده هستند که به سیم پیچ بزرگتر باز می گردند . فرستنده-گیرنده مرکزی باید طوری طراحی شده باشد که بتواند امواج مدوله شده بازگشتی را دمدوله کند .



شکل (۲-۳) : بلوک دیاگرام یک سیستم **RFID**

فصل چهارم

۴. معرفی برچسب های RFID

۴-۱. برچسب های RFID

برچسب های RFID سه نوع می باشد: فعال، نیمه فعال و غیر فعال. برچسب های غیر فعال به منبع توان داخلی نیاز ندارند در حالی برچسب های فعال و نیمه فعال به یک منبع داخلی که معمولاً یک باتری کوچک است نیازمند هستند.

۴-۱-۱. برچسب غیر فعال (PASSIVE TAG)

این برچسب دارای منبع توان داخلی نیست. همان لحظه که امواج رادیویی جریان الکتریکی را در آنتن برچسب القا کردند نیروی کافی برای IC (CMOS IC) تأمین شده و IC روشن می شود و پاسخ را منتشر می کند. بیشتر برچسب های غیر فعال سیگنال را از طریق پس انتشار (BACKSCATTERING) (امواج کریپساطع شده از دستگاه فرستنده-گیرنده مرکزی ارسال می کنند. یعنی آنتن برچسب باید هم برای جذب نیرو از سیگنال های وارد شوند و هم ارسال سیگنال خارج شوند BACSCATTER طراحی شود. پاسخ یک برچسب غیر فعال لزوماً یک شماره ID نمی باشد و تراشه ی برچسب می تواند دارای EEPROM جهت ذخیره سازی اطلاعات باشد.

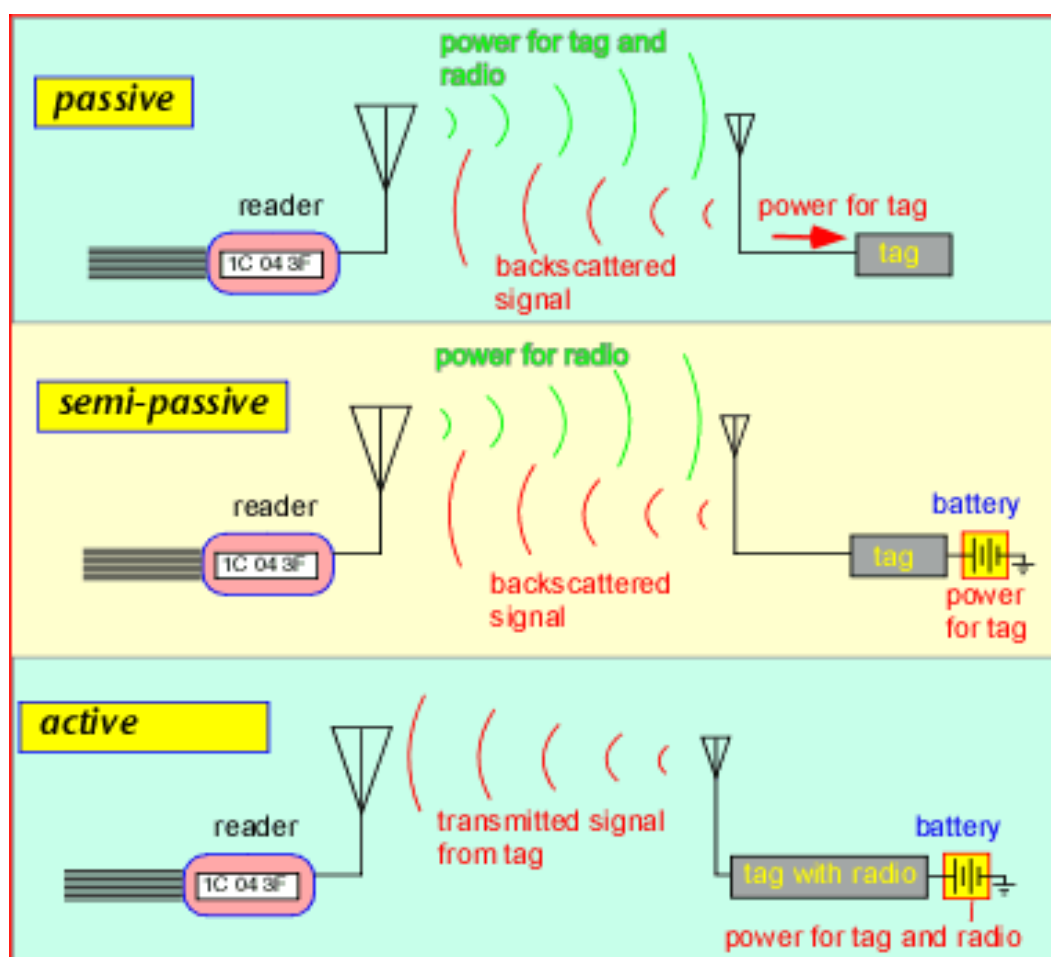
برچسب های غیر فعال دارای رنج عملی حدود ۱۰ سانتی متر هستند، اما در حد متر نیز وجود دارد که بستگی به فرکانس انتخابی و طراحی آنتن دارد. نبود یک منبع توان داخلی باعث شده که این برچسب ها کاملاً کوچک باشند و بصورت تجاری در یک جلد پلاستیکی نازک جا داده شوند. همچنین برچسب های غیر سیلیکونی که از نیمه هادی های پلیمری ساخته شده اند در چندین شرکت در جهان در حال تولید هستند. این نوع برچسب ها که در فرکانس 13.56MHz کار می کنند، در سال ۲۰۰۵ توسط شرکت های POLYIC آلمان و PHILIPS هلند معرفی شدند. اگر این نوع برچسب ها به مرحله تولید تجاری برسند بسیار ارزان خواهند بود و بصورت غلتکی (مانند روزنامه) تولید خواهند شد. در این شرایط روش شناسایی با استفاده از بارکد (BARCODE) بکلی کنار گذاشته خواهد شد.

۴-۱-۲. برچسب فعال (ACTIVE TAG)

این نوع برچسب ها در خود دارای منبع توان هستند که برای روشن کردن IC داخل برچسب و انتشار امواج به فرستنده گیرنده استفاده می شود. برچسب های فعال نسبت به غیر فعال بسیار قابل اعتمادتر هستند و دارای رنج کاری حدود ۱۰۰ متر می باشند. باتری داخل آنها حدود ۱۰ سال عمر می کند. بعضی از برچسب های فعال شامل سنسورهایی مانند حرارت ، لرزش، نور، تشعشع و جو می باشند که هر کدام کاربردهایی دارد.

۴-۱-۳. برچسب نیمه فعال (SEMI ACTIVE TAG)

این نوع برچسب ها به این جهت شبیه برچسب های فعال هستند که دارای منبع داخلی هستند اما این منبع توان فقط برای روشن کردن IC بکار رفته و برای انتشار امواج، برچسب نیروی خود را از سیگنال های جذب شده از فرستنده-گیرنده تأمین می کند.



شکل (۴-۱): در شکل فوق نحوه ارتباط سه نوع برچسب RFID با

فرستنده-گیرنده مرکزی دیده می شود .

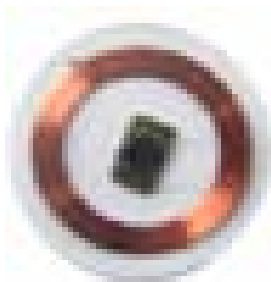
۵. معرفی آنتن ها

۵-۱. انواع آنتن (سیم پیچ)

آنتن هایی که برای برچسب های *RFID* استفاده می شوند به کار برد برچسب و فرکانس کار آن بستگی دارد. از آنجا که مقدار ولتاژ القا شده در آنتن مناسب با فرکانس است ، سه نوع آنتن وجود دارد .

۵-۱-۱. آنتن های فرکانس پایین

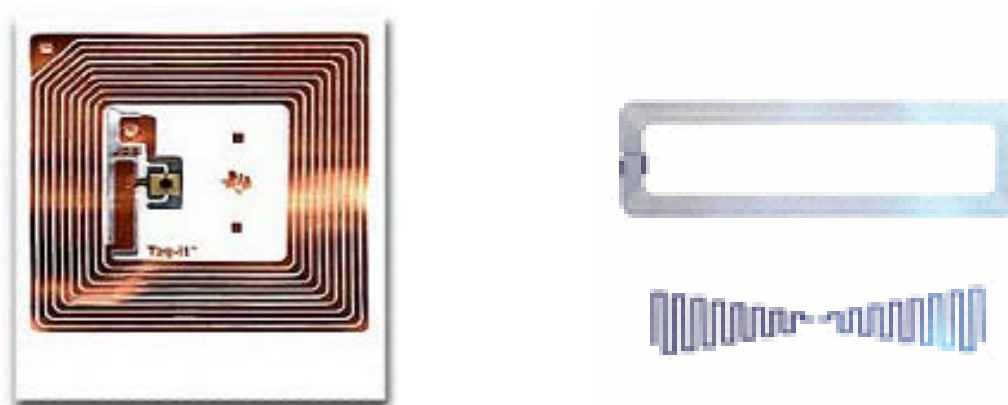
در برچسب های غیر فعال فرکانس پایین (*LF*) آنتن نیاز به تعداد زیادی دور سیم پیچ دارد تا ولتاژ لازم برای روشن شدن *IC* در سیم پیچ القا شود. فرکانس کار این نوع برچسب ها حدود 125KHz است.



شکل (۵-۱) : چند نمونه برچسب *RFID* از نوع غیر فعال که در فرکانس 125kHz کار می کنند و علاوه بر سیم پیچ دارای خازن نیز می باشند . به علت فرکانس پایین دارای تعداد دور زیادی در سیم پیچ خود می باشد .

۵-۱-۲. آنتن های فرکانس بالا (HF)

در برچسب های فرکانس بالا، 13.56MHz (HF)، از یک سیم پیچ حلزونی شکل که معمولا شامل ۵ تا ۷ دور سیم پیچ می باشد استفاده می شود تا ولتاژ لازم را تهیه کند. این نوع برچسب ها دارای بردی حدود چند متر هستند. این نوع سیم پیچ ها (آنتن ها) نسبت به سیم پیچ برچسب های فرکانس پایین ارزانتر هستند.

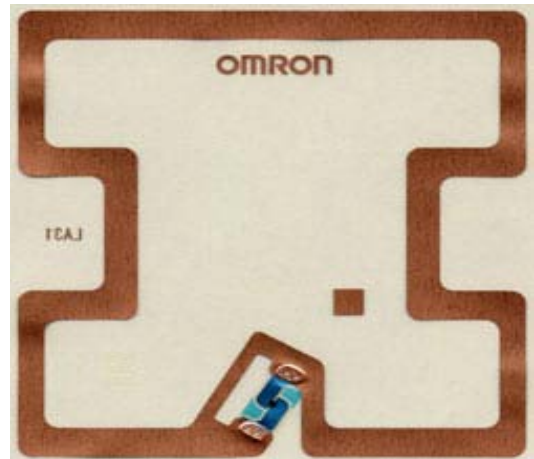
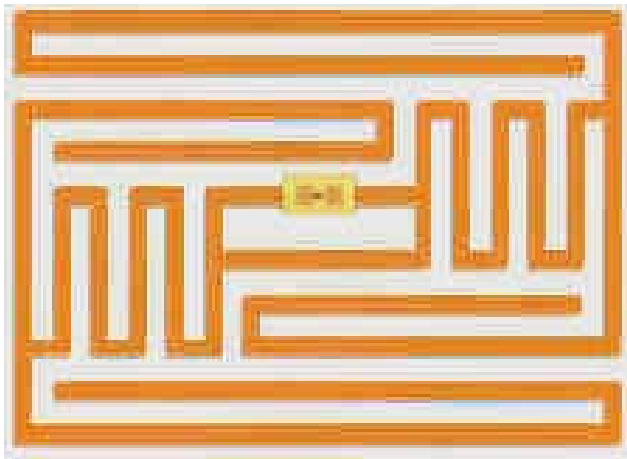


شکل (۵-۲): چند نمونه دیگر از برچسب *RFID* که از نوع غیر فعال می باشند و در فرکانس بالا (13.56MHz) کار می کنند که نیاز به تعداد دور زیادی سیم پیچ ندارند.

۵-۱-۳. آنتن های فرکانس فوق بالا (UHF)

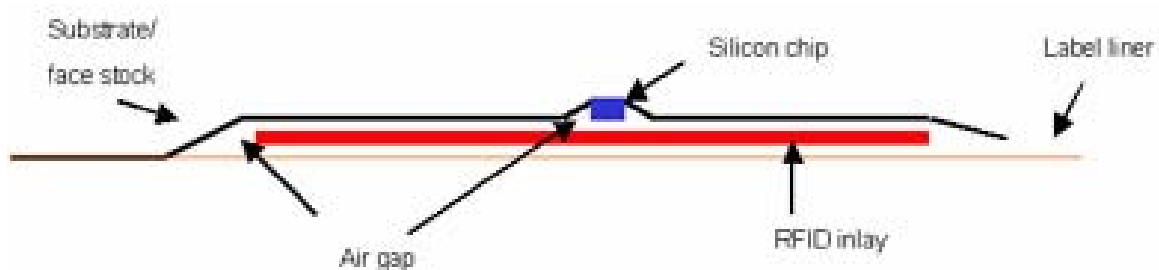
برچسب های غیر فعال که مربوط به باند *UHF* و مایکروویو هستند تنها نیاز به یک صفحه فلزی جهت جذب نیرو برای روشن کردن تراشه خود دارند که در نتیجه این نوع برچسب ها نسبت به دو نوع برچسب قبلی ارزانتر هستند. آنتن این نوع برچسب ها بصورت آنتن پل، دی پل خمیده و یا نمیه دی پل است. این نوع از برچسب ها تنها کاربرد نظامی دارند.





شکل (۳-۵): چند نمونه دیگر از برچسب **RFID** که از نوع غیر فعال می باشند و در فرکانس فوق بالا (**UHF**) کار می کنند که شکل ساده ای دارند و از دو نوع قبلی ارزانتر هستند .

آنتن های برچسب های باند فرکانس **UHF** و **HF** معمولا از مس و آلومینیوم ساخته می شوند. جوهرهای هادی نیز در بعضی از برچسب ها کاربرد دارد اما این نوع جوهرها با اشکال کمبود قدرت چسبندگی به **IC** برچسب مواجه اند . در شکل (۴-۵) یک برش مقطعی از یک برچسب **RFID** را مشاهده می کنید .



شکل (۴-۵): برش مقطعی از یک برچسب

۶. کاربردهای RFID

۶-۱. گذرنامه (PASSPORT)

کاربرد برجسب RFID در گذرنامه در بسیاری از کشورها رایج شده است اولین گذرنامه های RFID (e-passports) در سال ۱۹۹۸ در مالزی معرفی شدند. ایالات متحده ۱۰ میلیون گذرنامه از نوع RFID را در سال ۲۰۰۵ تولید کرد و برآورد می شود که در سال ۲۰۰۶ نیز ۱۳ میلیون از این نوع گذرنامه ها را تولید کند. تراشه ی موجود در این نوع گذرنامه ها، همان اطلاعاتی را که یک گذرنامه معمولی دارد شامل می شود ، همچنین عکس دیجیتالی صاحب گذرنامه نیز در آن وجود دارد. این نوع گذرنامه ها در یک آستر فلزی نازک قرار می گیرند تا در حالت عادی توسط دیگر دستگاه های فرستنده-گیرنده RFID شناسایی نشوند و اطلاعات آن مورد سرقت قرار نگیرد.

۶-۲. عوارض حمل و نقل جاده ای

در تمام اروپا و مخصوصا در فرانسه، پرتقال و ایتالیا اتومبیل ها دارای برجسب RFID هستند و در این حال پرداخت عوارض جاده ای بخصوص جاده هایی که دارای ترافیک بالایی هستند بصورت دیجیتالی انجام می شود.

۶-۳. شناسایی کالاها

از برجسب های RFID می توان بعنوان جانشین برای بارکدها استفاده کرد.

۴-۶. کلید اتومبیل ها

از برچسب های *RFID* از نوع مایکروویو که برد بالایی دارند می توان هم به عنوان ریموت کنترل و هم سوییچ احتراق اتومبیل استفاده کرد ، به این ترتیب که تنها زمانی اتومبیل روشن می شود که برچسب حقیقی به آن نزدیک شود.

۵-۶. شناسایی حیوانات و احشام

با قرار دادن یک برچسب *RFID* در زیر پوست حیوانات و احشام می توان آنها را شناسایی کرد. این شیوه در بین دامداری و گله داری های مدرنیزه بسیار رایج شده است .

۶-۶. *RFID* در کتابخانه

تکنولوژی *RFID* به آرامی شروع به جایگزینی با بارکودهای قدیمی در کتابخانه ها شده است. برچسب های *RFID* در این نوع کاربرد دارای اطلاعاتی مانند نام کتاب یا نوع (جنس) کتاب هستند. تکنولوژی *RFID* اولین بار در سال ۱۹۹۹ به کتابخانه های آمریکا وارد شد و بعد از آن انگلستان و ژاپن نیز از آن استفاده کردند.

۶-۷. سایر کاربردها

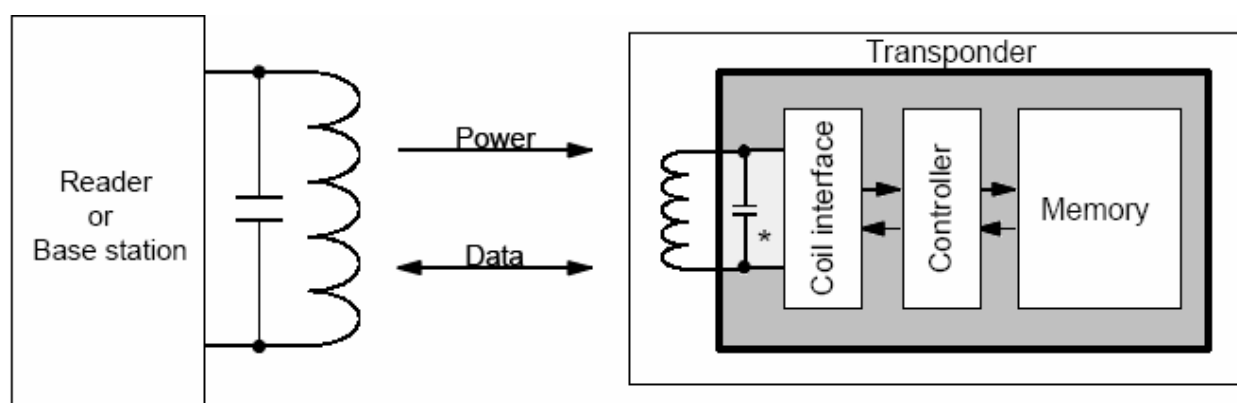
RFID همکنون دارای طیف وسیعی از کاربردها است برای مثال برای شناسایی انسان ها، بعنوان جایگزین برای کلید در اتاق در هتل ها و غیره ، پارکومتر، در زندان ها برای شناسایی زندانیان، شناسایی بیماران در یک بیمارستان و هر گونه موقعیتی که در آن نیاز به عمل شناسایی است. نوعی از برچسب **RFID** وجود دارد که برای جایگزاری در زیر پوست انسان طراحی شده است و با یک عمل سطحی ساده می توان آن را در زیر پوست جا داد . در شکل (۶-۱) نمونه ای از این نوع برچسب ها را مشاهده می کنید .



شکل (۶-۱) : در شکل فوق اندازه یک برچسب **RFID** کاشتنی در زیر پوست را در مقایسه با یک سکه مشاهده می کنید .

۷. گزارش مدار عملی

یک سیستم *RFID* دارای دو بخش است: یک فرستنده-گیرنده و یک برچسب *RFID* که این دو در شکل زیر دیده می شوند.



شکل (۷-۱): بلوک دیاگرام یک سیستم *RFID*

با تنظیم فرکانس فرستنده گیرنده در فرکانس برچسب می توانیم نیرو را به برچسب منتقل کنیم. در این پروژه مدار فرستنده-گیرنده تشکیل شده است از یک *IC* به نام *U2270B* که از شرکت *ATMEL* می باشد و یک میکروکنترلر *ATMEGA16, AVR* و یک *LCD* گرافیکی 128×64 . برچسب *RFID* در این پروژه دارای تراشه ی *TK4100* است که در فرکانس 125KHz کار می کند و ۶۴ بیتی است. یک نکته مهم در قسمت فرستنده-گیرنده طراحی آنتن (سیم پیچ) آن است که فرمول آن در زیر آمده است اما شاید بهتر باشد که از روش تجربی و با استفاده از سلف سنج مقدار سلف مورد نظر اندازه گیری کنیم.

$$L(\mu\text{H}) = \frac{d^2 n^2}{18d + 40\ell}$$

فرمول (۷-۱)

که در آن L اندوکتانس سیم پیچ به میکروهانری است و d قطر سیم پیچ به اینچ و n تعداد دورهای سیم پیچ و l طول سیم پیچ به اینچ در راستای محور است.

در این پروژه ، ما یک دستگاه حضور و غیاب را که می تواند برای کارکنان یک شرکت یا یک کارخانه و یا غیره استفاده شود را شبیه سازی کرده ایم که در آن از تکنولوژی **RFID** استفاده شده است.

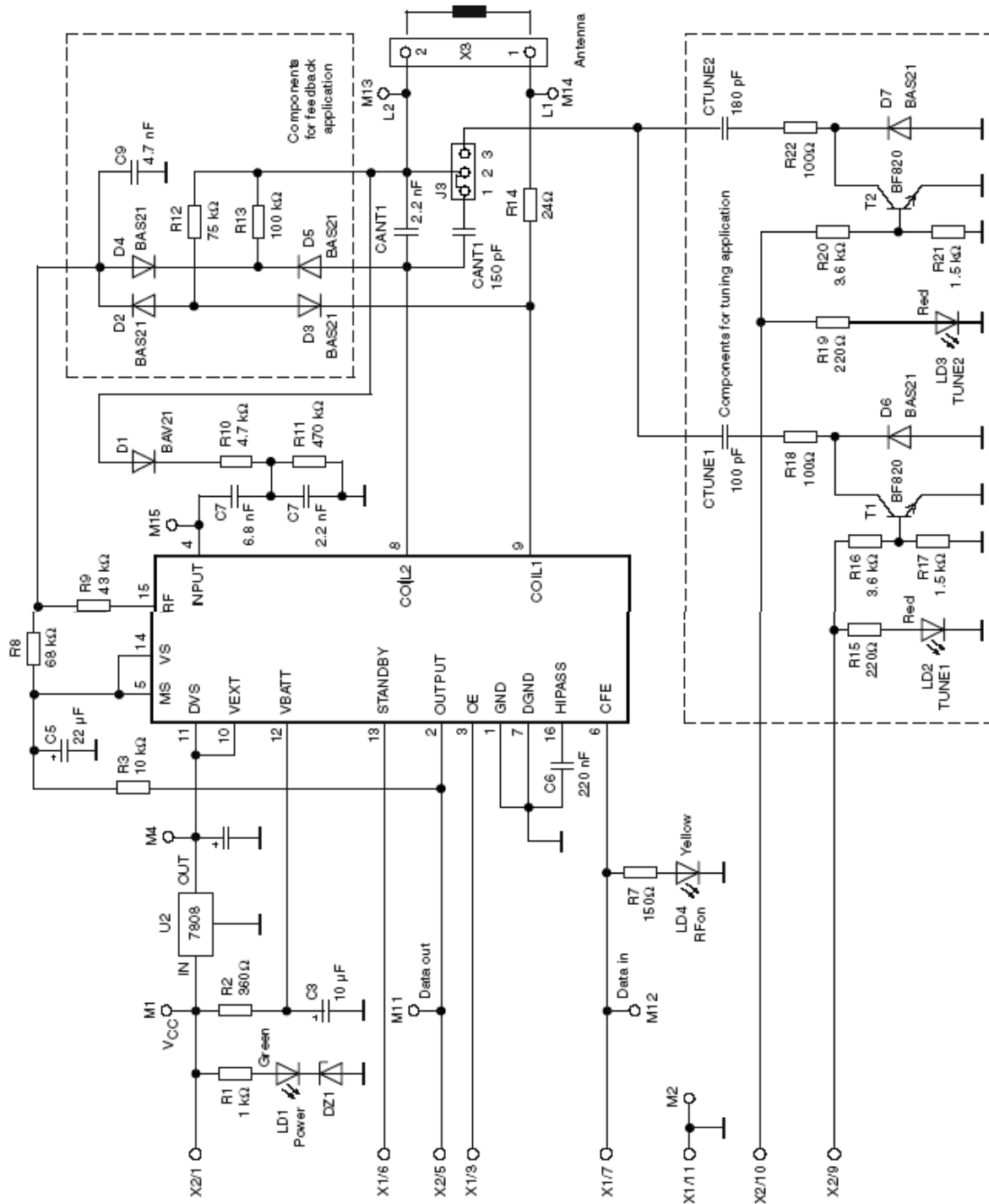
طرز کار و استفاده از سیستم به این صورت است که هر کدام از کاربران باید یک کارت **RFID** (برچسب **RFID**) مخصوص به خود داشته باشند. هر کدام از این کارت ها دارای یک کد منحصر و یگانه است . افراد باید ابتدا یک بار برای همیشه کارت خود را در سیستم ثبت (رجیستر) کنند و یک نام دلخواه برای خود انتخاب کنند . بعد از آن این کارت دو بار در طول یک روز خوانده می شود که بار اول به عنوان ساعت ورود و بار دوم به عنوان ساعت خروج از محل مورد نظر، در سیستم ثبت می شود (همراه با تاریخ آن روز). اطلاعات مربوط به ساعت و تاریخ حضور و غیاب کاربران به مدت یک هفته در سیستم باقی می ماند و بعد از آن بصورت خودکار پاک می شود.

کاربران می توانند بکمک یک صفحه کلید 4×4 و یک **LCD** گرافیکی که برای سیستم تعبیه شده است به این اطلاعات دسترسی پیدا کنند . از **EEPROM** داخلی خود **ATMEGA16** بعنوان دیتابیس استفاده شده است.

نقطه قوت این پروژه استفاده از تکنولوژی **RFID** می باشد که استفاده از این تکنولوژی از ده سال گذشته رشد چشمگیری در کشورهای پیشرفته و حتی جهان سوم داشته است اما متأسفانه در کشور ما بجز در شبکه متروی شهری کاربرد چندانی نداشته است.

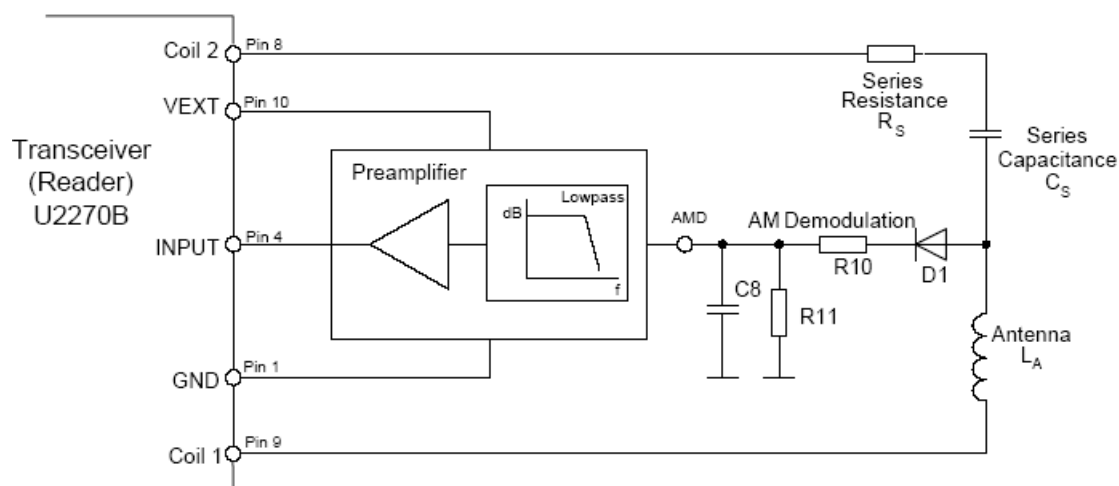
۸. توضیح سخت افزار

برای *RFID* ما از *U2270B* (شاید تنها *IC* مربوطه به *RFID* در بازار کنونی ایران) استفاده کرده ایم . مدار آن نیز در دیتا شیت خود *IC* پیشنهاد شده است که در شکل (۸-۱) مشاهده می کنید. در این مدار بهتر است بجای مقاومت *R9* از یک مولتی ترن استفاده شود تا بتوان با تنظیم آن به فرکانس 125KHz برسیم. همچنین بهتر است یک خازن تریمر با خازن *CANT* موازی شود تا بوسیله ی آن بتوان به فرکانس رزونانس رسید. در این حالت دیگر نیازی به استفاده از مدار قسمت جبران ساز نداریم. در این پروژه بجای آنتن از یک سیم پیچ با هسته ی هوا و شعاع 3cm استفاده کرده ایم مقدار این سلف توسط سلف سنج باید 700uh باشد تا با خازن *CANT* در این مدار به رزونانس 125KHz برسد.

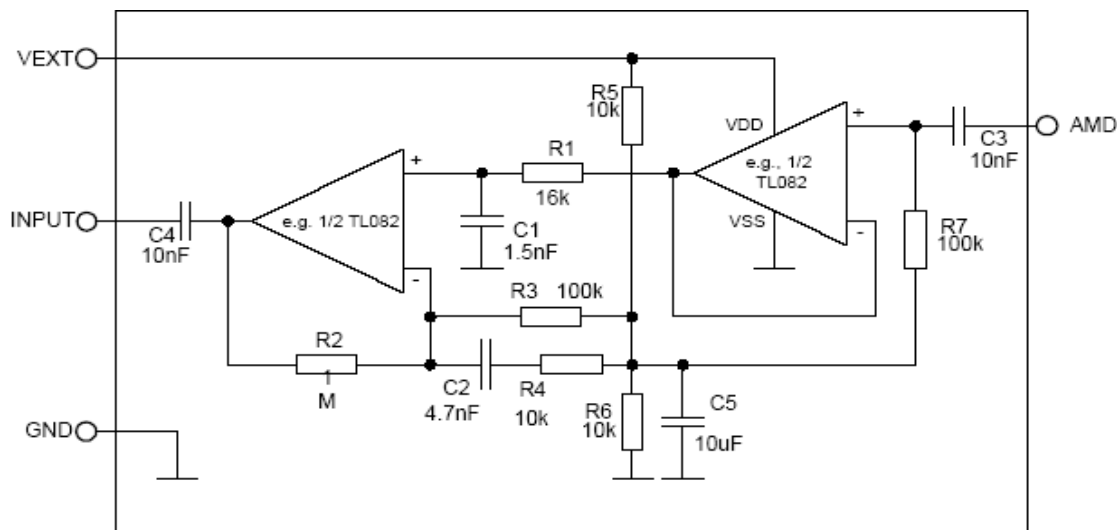


شکل (۸-۱) : مدار فرستنده-گیرنده *RFID*

اما جهت افزایش برد مدار از یک پیش تقویت کننده که خود شرکت *ATMEL* آن را پیشنهاد کرده است استفاده کرده ایم که آن را در شکل (۸-۲) مشاهده می کنید. نیز از *TK4100* بعنوان کارت *RFID* استفاده شده است.



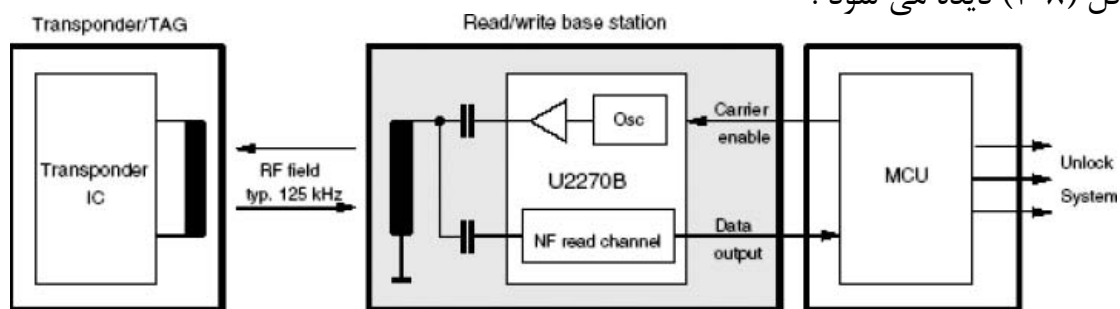
شکل (۸-۲): بلوک پیش تقویت کننده فوق (*Preamplifier*) بجای خازن *C7* در مدار شکل (۸-۱) قرار می گیرد.



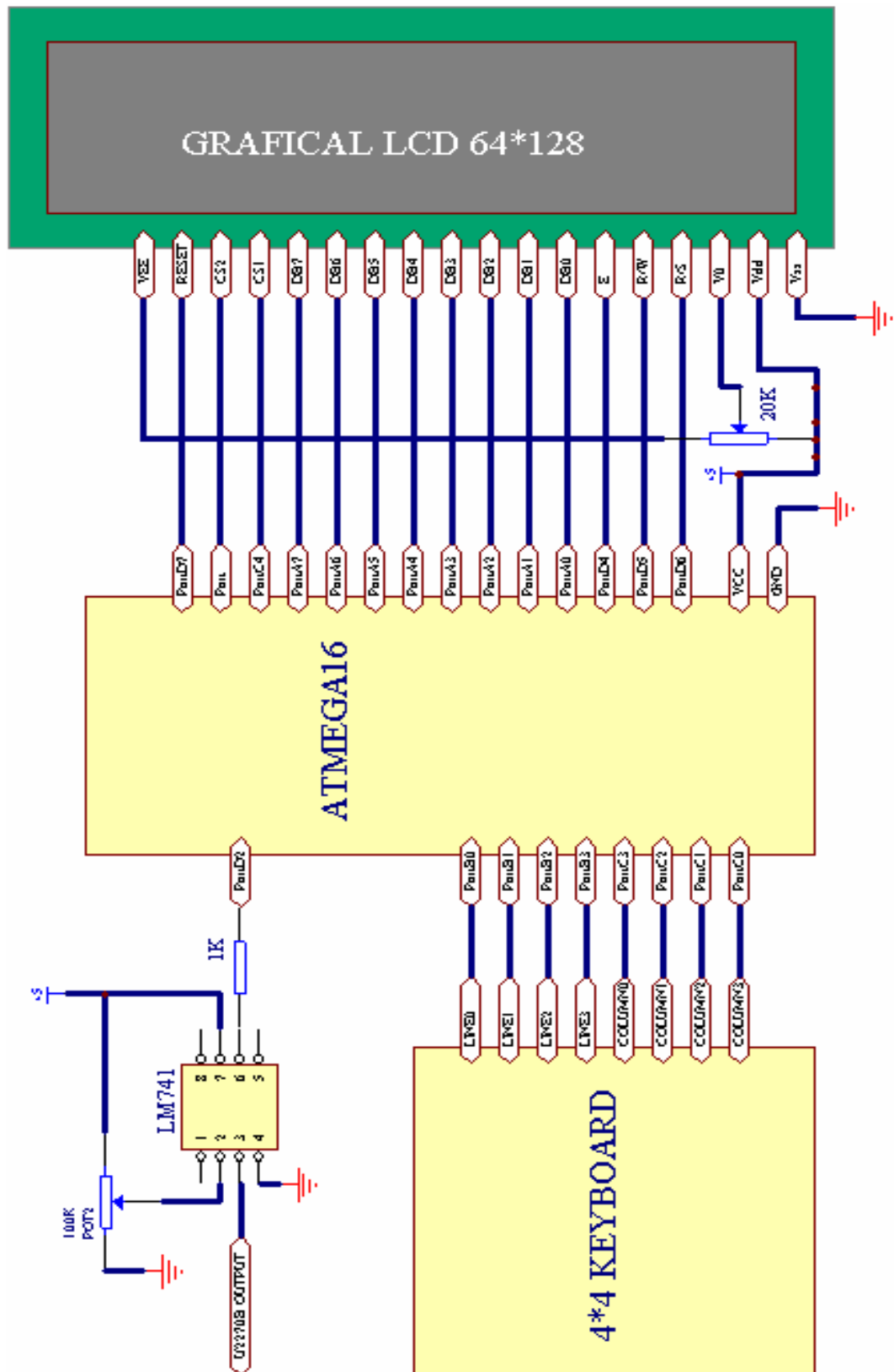
شکل (۸-۳): مدار داخلی بلوک پیش تقویت کننده

از یک میکروکنترلر *ATMEGA16* برای خواندن خروجی *U2270B* و نمایش آن بر روی *LCD* گرافیکی استفاده شده است. جهت ارتباط با سیستم از یک صفحه کلید 4×4 ساده استفاده شده است که این

مجموعه را در شکل (۵-۸) مشاهده می کنید. همچنین بلوک دیاگرام میکروکنترلر همراه با **U2270B** در شکل (۴-۸) دیده می شود .



شکل (۴-۸) : بلوک دیاگرام میکروکنترلر همراه با **U2270B**



شکل (8-5)

۹. بخش نرم افزار

این بخش مربوط به برنامه کار میکروکنترلر AVR است که به زبان C نوشته شده و از کامپایلر CODEVISION استفاده شده است که به سه بخش کلی تقسیم می شود .

۹-۱. بخش مربوط به RTC (REAL TIME CLOCK)

میکروکنترلرهای AVR از نوع MEGA دارای RTC داخلی هستند و به کمک یک کریستال $32,768\text{KHz}$ و تایمر ۲ می توان آن را فعال کرد . در این پروژه مقادیر ثانیه، دقیقه، ساعت، روز، ماه و سال را بر روی LCD نمایش داده ایم . این RTC توسط کی برد قابل تنظیم است.

۹-۲. بخش مربوط به نمایش بر روی LCD گرافیکی 128×64

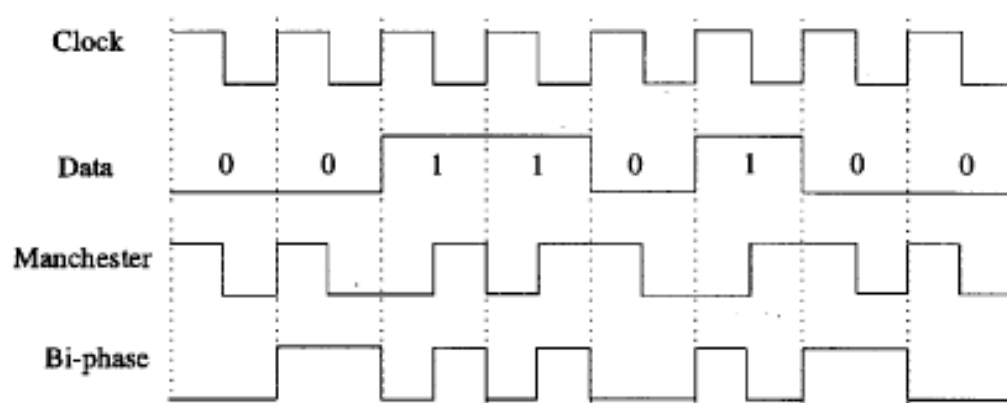
حدود ۹۰٪ حجم برنامه مربوط به این بخش است . در اینجا ما صفحه ی LCD را توسط یک روال به کاراکترها 8×8 پیکسلی تقسیم کرده ایم و در حقیقت صفحه ی 128×64 پیکسلی تبدیل به یک صفحه دارای ۱۶ کاراکتر افقی در ۸ کاراکتر عمودی تبدیل شده است. از آنجا که بدست آوردن کد مورد نیاز برای اشکال جهت نمایش بر روی LCD گرافیکی کار وقت گیری است به کمک زبان ویژوال بیسیک (VB) نرم افزاری را ساخته ایم که صفحه ی LCD را شبیه سازی می کند . با روشن و خاموش کردن پیکسل های دلخواه در این صفحه و ایجاد یک شکل ، کد آن شکل تولید و آن را بعنوان جدول دیتا در میکرو کنترلر تعریف می کنیم تا همان شکل در LCD نیز ظاهر شود. در شکل (۹-۱) این نرم افزار را مشاهده می کنیم .

۱۰. دیکد کردن خروجی $U2270B$

شاید سخت ترین مرحله ی این پروژه این قسمت باشد . سخت به این دلیل که در این مورد در دیتا شیت $U2270B$ اطلاعاتی در مورد پایه ی خروجی این IC داده نشده است ! تنها در دیتا شیت مربوط به برچسب های $RFID$ که برای کار با $U2270B$ طراحی شده اند اشاره هایی وجود دارد.

برای کار با $U2270B$ توجه به نکات زیر مهم است :

۱- برچسب های $RFID$ که برای کار با $U2270B$ طراحی شده اند از مدولاسیون منچستر و یا بای فاز ($bi-phase$) استفاده می کنند . یعنی ما در پایه ی خروجی $U2270B$ دیتا را بسته به نوع برچسب مورد استفاده، بصورت مدولاسیون منچستر و یا بای فاز دریافت خواهیم کرد. در این پروژه برچسب $TK4100$ از مدولاسیون منچستر استفاده می کند. پس ما دیتا را به صورت مدولاسیون منچستر دریافت می کنیم. مدولاسیون منچستر به آسانی دمدوله می شود به این ترتیب که در لبه ی صعودی کلاک ، پایه ی دیتا را می خوانیم اگر پایه ی دیتا در سطح $+5V$ ولت بود آن بیت را صفر در نظر می گیرد و اگر در سطح صفر بود آن بیت یک خوانده می شود. این روند در شکل (۱۰-۱) دیده می شود.

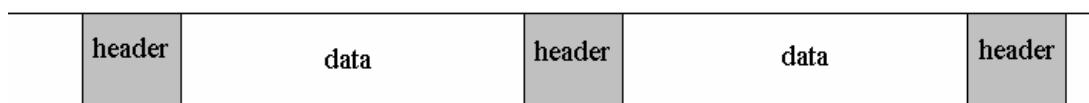


شکل (۱۰-۱) : مدولاسیون منچستر و بای فاز

باید در نظر بگیریم که $U2270B$ تنها مدولاسیون منچستر را در اختیار ما قرار می دهد و باید کلاک را خودمان توسط نرم افزار بسازیم. همچنین توجه کنید که برای مدولاسیون منچستر دو تعریف وجود دارد که ما از استاندارد $IEEE$ استفاده می کنیم .

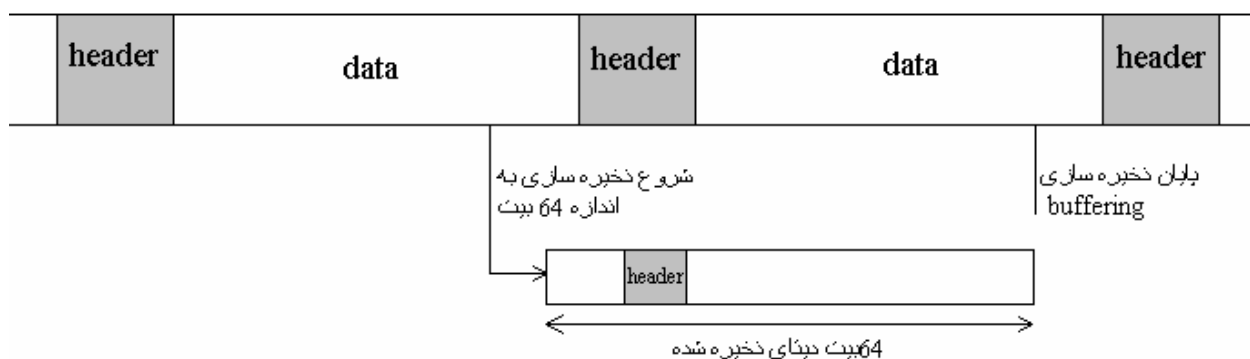
۲- هر برچسب **RFID** که از تراشه ی خاصی استفاده می کند که دارای یک هدرکد است که این هدرکد یکتا است. برچسب **TK4100** دارای ۶۴ بیت دیتا است و شامل یک هدرکد (**headercode**) بصورت **HEX** است **IFF** است یعنی نه بیت ۱ متوالی ، که این نه بیت ۱ متوالی هیچوقت در ۵۵ بیت دیتای باقی مانده تکرار نمی شود. بعنوان یک مثال دیگر برچسب هایی که تراشه داخلی آنها **TK5530** است دارای هدرکد **E6 HEX** هستند.

از طرفی باید در نظر گرفت که پایه ی خروجی **U2270B** دیتای مدوله شده را بصورت متوالی و بی وقفه تکرار می کند. به شکل (۲-۱۰) توجه کنید.

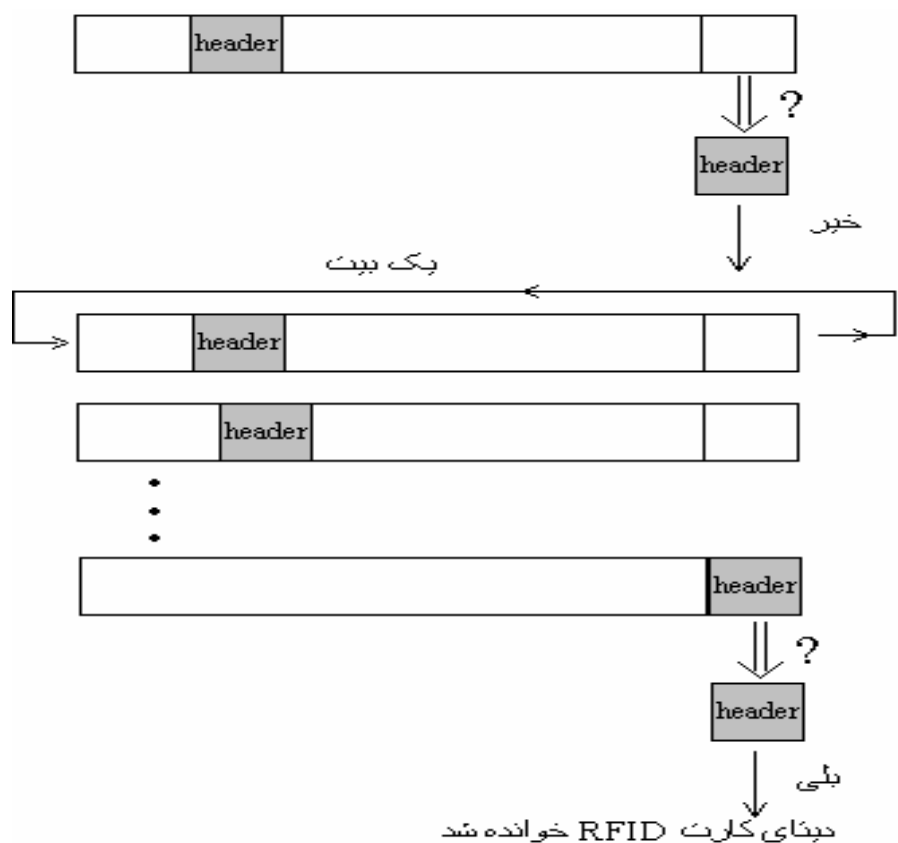


شکل (۲-۱۰): دیتای سریال خروجی **U2270B**

پس تنها راه جهت خواندن دیتای خروجی **U2270B** این است که به اندازه ی ۶۴ بیت از دیتای در حال ارسال این **IC** را ذخیره (بافر) کرده و در این ۶۴ بیت بدنبال هدرکد(که در اینجا عدد **IFF** است) بگردیم. اگر این هدرکد را پیدا نکردیم و یا بیش از یک بار پیدا کردیم پس احتمال دارد که جهت کلاک برعکس باشد (یعنی عمل دمدمولاسیون اشتباه انجام شده است). جهت کلال را عوض کرده و دوباره دمدمولاسیون را انجام می دهیم. حال دوباره بدنبال هدرکد می گردیم. اگر اینبار هدرکد را فقط یک بار پیدا کردیم ، ۶۴ بیت بافر شده همان دیتای برچسب **RFID** است مگر نه دیتا را اشتباه خوانده ایم . این عمل را در شکل های (۳-۱۰) و (۴-۱۰) مشاهده می کنیم.



شکل (۳-۱۰): عمل ذخیره سازی ۶۴ بیتی



شکل (۱۰-۴): نحوه پیدا کردن هدرکد در بین ۶۴ بیت

همچنین فلوچارت برنامه ی مربوط به این بخش در شکل (۱۰-۵) آمده است. برای خود برنامه به پیوست ها مراجعه کنید .

شروع
برنامه وقفه

stop timer
time = timer
timer = 0
start timer

یا
 $time < 220 \mu s$
یا
 $time > 550 \mu s$

بله

خیر

و
 $time \leq 320 \mu s$
و
 $time \geq 220 \mu s$

خیر

و
 $time \geq 400 \mu s$
و
 $time \leq 550 \mu s$

خیر

بله

clock = 0

خیر

clock = 1

خیر

clock = 1

بله

clock = 0

انتظار برای
تغییر سطح بعدی

پایه ی دیتا = 1

خیر

databit = 1

databit = 0

پایه ی دیتا = 0

خیر

databit = 0

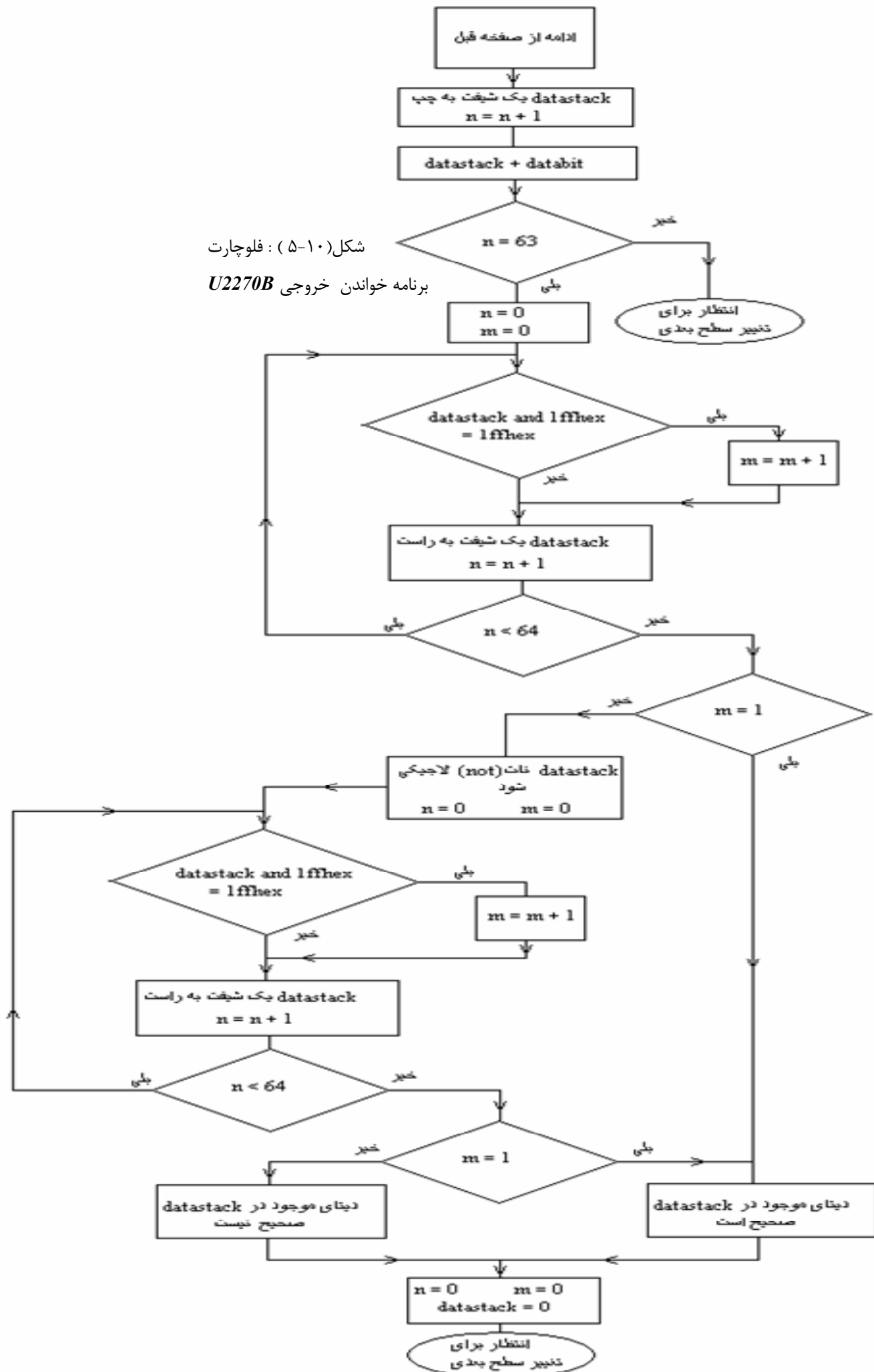
databit = 1

n = 0
datastack = 0

انتظار برای
تغییر سطح بعدی

ادامه در صفحه بعد

شکل (۵-۱۰): فلوچارت
برنامه خواندن خروجی *U2270B*



۱۱. معرفی U2270B

۱۱-۱. توضیحات در مورد ساختار U2270B

۱۱-۱-۱. مشخصات

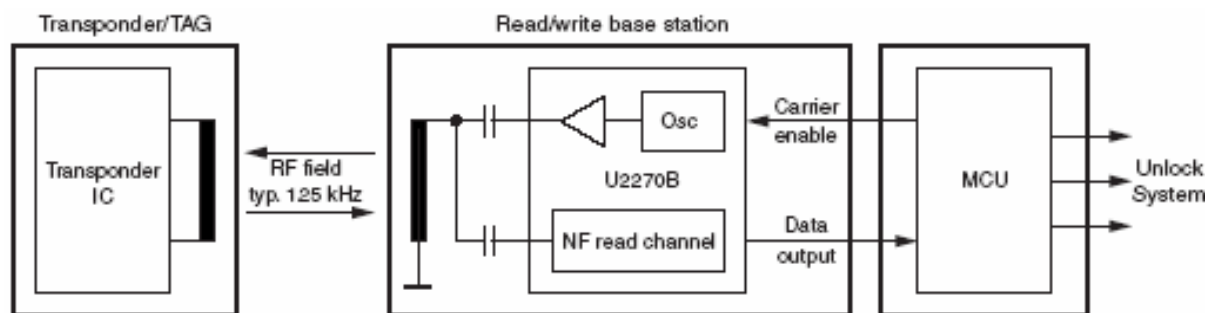
- فرکانس کریر بین ۱۰۰ KHz تا ۱۵۰ KHz
- نرخ دیتا (DATARATE) ۵ کیلو باود در زمانی که فرکانس کریر ۱۲۵ KHz باشد
- متناسب برای مدولاسیون های منچستر و بای فاز
- منبع توان از باتری اتومبیل یا از یک ولتاژ ۵V رگوله شده
- بهینه شده برای کاربردهایی مانند سویچ اتومبیل
- قابلیت تنظیم
- قابلیت ارتباط با میکروکنترلر
- مصرف کم توان در حالت STANDBY
- دارای خروجی منبع تغذیه برای میکروکنترلر

۱۱-۱-۲. کاربردها

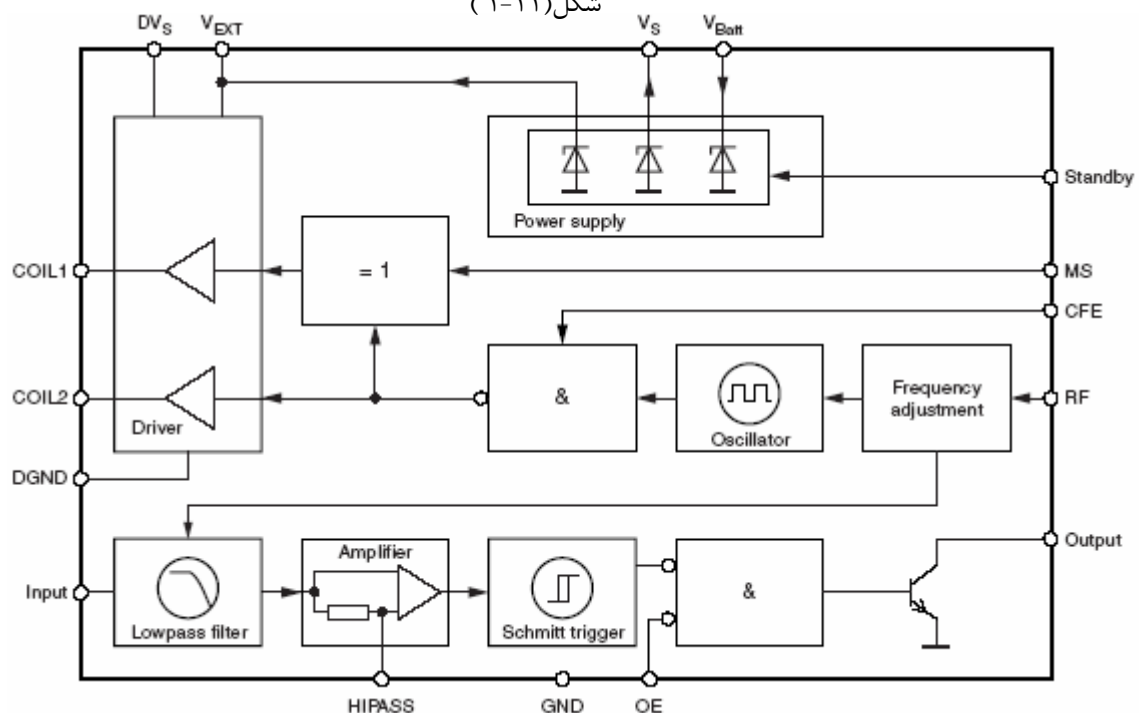
- بعنوان سویچ اتومبیل
- شناسایی حیوانات
- کنترل دسترسی
- کنترل فریاند

۱۱-۳. تشریح مدارات U2270B

U2270B یک **IC** برای **IDIC** است که بعنوان یک ایستگاه باقابلیت خواندن و نوشتن در کارت های **RFID** بدون تماس (**CONTACTLESS**) بکار می رود . این **IC** شامل یک مدار جهت انتشار منبع توان به کارت **RFID** است. این مدار شامل یک منبع توان داخل خود **IC** ، یک اسیلاتور و یک راه اندازه سیم پیچ (آنتن) بهینه شده است. این **IC** همچنین شامل تمام مدارهای پردازش بر روی سیگنال است که بتواند سیگنال های ضعیف ورودی را به یک سیگنال قابل شناسایی برای میکروکنترلر تبدیل کند. در شکل های (۱-۱۱) و (۲-۱۱) نحوه ی کار مدار همراه با مدارات داخلی **U2270B** رامشاهده می کنید .



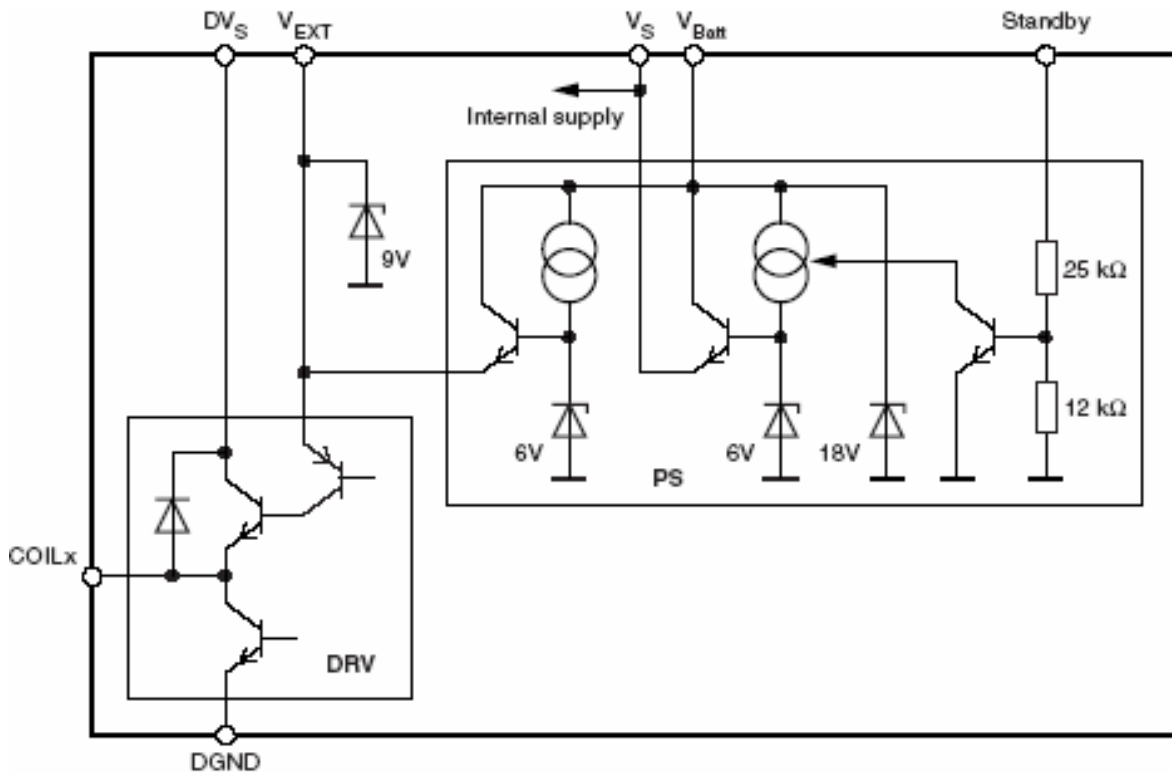
شکل (۱-۱۱)



شکل (۲-۱۱) : بلوک های مدار داخلی U2270B

۴-۱-۱۱. منبع تغذیه داخلی

U2270B می تواند در دو حالت تک منبع خارجی یا دو منبع خارجی ولتاژ کار کند. سازگاری با یک منبع ولتاژ ۱۲V از طریق یک مدار داخلی تغذیه ایجاد می شود. (به شکل (۳-۱۱) توجه کنید). این مدار دو خروجی متفاوت خواهد داشت. V_S و V_{EXT} .



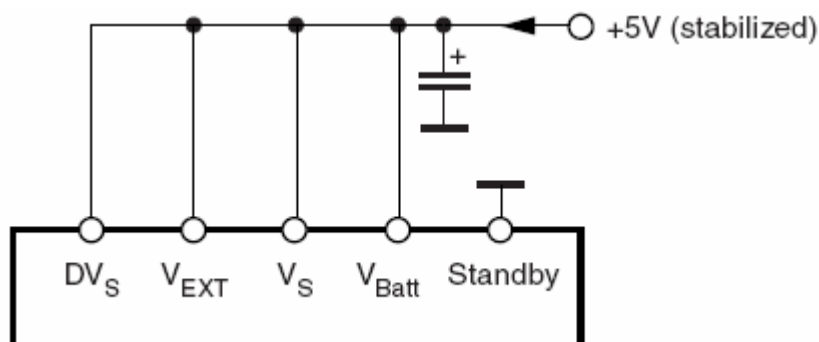
شکل (۳-۱۱) : مدار داخلی تغذیه **U2270B**

V_S می تواند یک منبع ولتاژ داخلی برای هر چیزی بجز مدار راه انداز سیم پیچ باشد. V_S را می توان توسط پایه ی **STANDBY** خاموش کرد. در حالت **STANDBY** مصرف توان بسیار کم است. V_{EXT} یک منبع ولتاژ برای مدارات راه انداز آنتن و سیم پیچ است. این ولتاژ همچنین می تواند برای تغذیه مدارات خارجی مانند میکروکنترلر استفاده شود.

۱۱-۱-۵. انواع روش های تغذیه U2270B

۱۱-۱-۵-۱. عملکرد تک ریلی:

در این حالت تمام مدارات داخلی از یک ریل $5V$ تغذیه می شود.

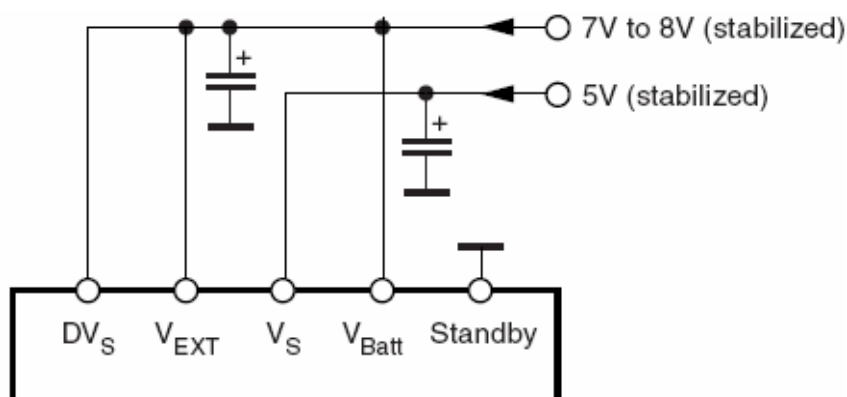


شکل (۱۱-۴): تغذیه به روش تک ریلی

در این مورد DVS و V_{EXT} و V_S بعنوان ورودی خواهند بود V_{BATT} استفاده نشده ولی باید به ریل متصل شود.

۱۱-۱-۵-۲. عملکرد دو ریلی:

در این روش DVS و V_{EXT} در یک ولتاژ بالاتر نسبت به سایر مدار کار می کنند تا دامنه ی نوسانات در آنتن افزایش یافته و برد مدار بیشتر شود (شکل زیر).

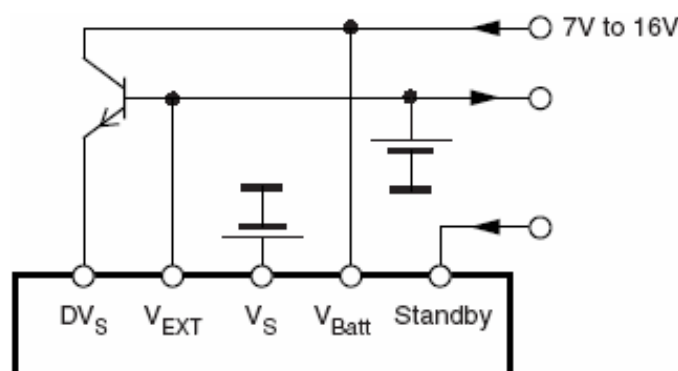


شکل (۱۱-۵): تغذیه به روش دو ریلی

V_S به یک منبع $5V$ متصل است و ولتاژ درایورها می تواند $8V$ باشد. این روش کارکرد زمانی که به برد بیشتری نیاز است استفاده می شوند.

۱۱-۵-۳. عملکرد در حالت ولتاژ باطری:

در این حالت V_S و V_{EXT} توسط منبع داخلی تولید می شوند. برای این روش به رگولاتور ولتاژ نیازی نیست. IC را می توان از طریق پایه ی $STANDBY$ خاموش کرد. V_{EXT} بعنوان راه انداز بیس یک ترانزیستور خارجی استفاده شده است. پایه ی های V_{EXT} و V_{BATT} دارای محافظ ولتاژی (از نوع زنر) هستند (به شکل (۱۱-۶) مراجعه کنید). حداکثر جریان ورودی به پایه های IC توسط حداکثر توان مصرفی و حداکثر دمای IC بستگی دارد.



شکل (۱۱-۶) : تغذیه با استفاده از باطری

۱۱-۱-۶. نوسان ساز (اسیلاتور)

فرکانس نوسان ساز داخلی IC توسط مقدار جریان اعمالی به پایه R_F تعیین می شود. یک مدار جبران ساز داخلی برای نوسان ساز ، فرکانس نوسانات را در رنج وسیعی از حرارت ثابت نگاه می دارد. این عمل به کمک یک مقاومت ثابت بین پایه ی V_S و R_F انجام می شود.

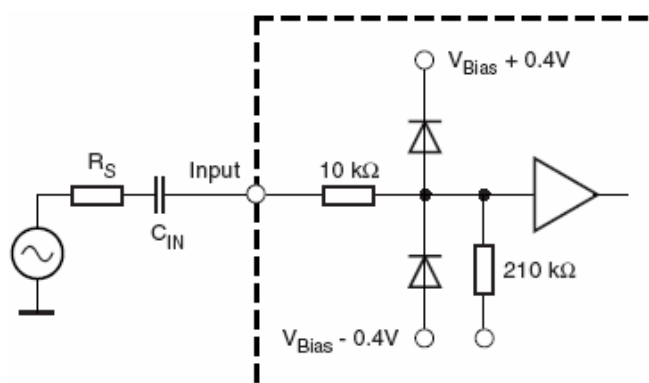
برای فرکانس 125KHz مقاومت 110K اهم تعیین شده است برای سایر فرکانس ها از فرمول زیر استفاده کنید:

$$R_t[\text{k}\Omega] = \frac{14375}{f_0[\text{kHz}]} - 5$$

فرمول (۱۱-۱)

۱۱-۷. فیلتر پایین گذر

یک فیلتر پایین گذر داخلی، سیگنال کریپر و نویزهای فرکانس بالا را از سیگنال پیام جدا می کند. فرکانس قطع بالای این LPF بستگی به فرکانس انتخابی در نوسان ساز دارد. مقدار نامی این فرکانس بصورت $f_{osc}/18$ می باشد. همچنین دیتا در صورتی که نوع مدولاسیون منچستر یا بای فاز باشد بصورت $f_{osc}/25$ است. خاصیت بالاگذری ناشی از اتصال خازنی در پایه ورودی (پایه ۴) در شکل (۷-۱۱) نشان داده شده است. تفرانس ولتاژ در این پایه می تواند یک ولت باشد.



شکل (۷-۱۱): مدار داخلی فیلتر پایین گذر

۱۱-۸. تقویت کننده

تقویت کننده تفاضلی دارای گین ثابت نامی ۳۰ است. پایه ی $hipass$ برای جداسازی DC استفاده شده است. فرکانس قطع پایین مدار جدا کننده (دیکوپلر) بصورت زیر قابل تخمین است. مقدار R_i را می توان 2.4k اهم در نظر گرفت.

$$f_{cut} = \frac{1}{2 \times \pi \times C_{HP} \times R_i}$$

فرمول (۱۱-۲)

۱۱-۹. کاربردها (APPLICATIONS)

برای دستیابی به عملکرد مناسب سیستم ، باید به منبع تغذیه خارجی و نیز مقدار کوپلینگ میدان مغناطیسی توجه داشت . انتخاب یک منبع تغذیه مناسب برای کارکرد مدار به کیفیت منبع تغذیه بستگی دارد. اگر یک ولتاژ رگوله نشده بین ۷ تا ۱۶ ولت در اختیار است می توان از منبع تغذیه داخلی خود IC استفاده کرد. در این حالت *STANDBY* را می توان فعال کرد و نیز مدارات خارجی را نیز تغذیه داد.

اگر یک ۵V ولت رگوله شده در اختیار است می توان برای تغذیه ی *U2270B* از آن استفاده کرد در این مورد باید مطمئن بود که این منبع بدون نویز است.

کاربرها همچنین به مقدار کوپلینگ میدان مغناطیسی بستگی دارد. عامل کوپلینگ خود به فاصله ی انتشار و نیز سیم پیچ آنتن بستگی دارد. همچنین حداکثر انتشار امواج به دقت رزنانس آنتن بستگی دارد. یک تخمین مناسب برای دقت رزنانس آنتن می تواند به صورت $f_{res} = 125 \text{ kHz} \pm 3\%$ باشد.

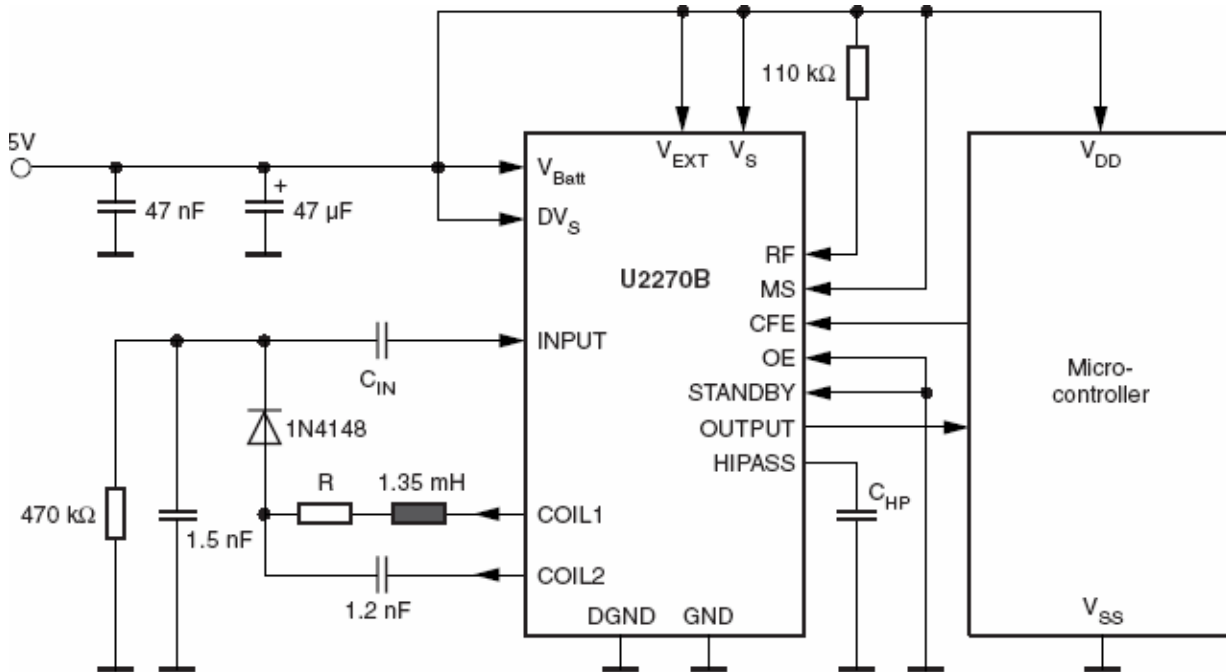
کاربرد *U2270B* شامل دو خازن *CHP* و *CIN* می شود که مقادیر آنها بصورت خطی به نرخ دیتا برچسب *RFID* بستگی دارد. به جدول زیر توجه کنید. این مقادیر در مورد مدولاسیون های منچستر و بای فاز صادق است.

Data Rate $f = 125 \text{ kHz}$	Input Capacitor (C_{IN})	Decoupling Capacitor (C_{HP})
$f / 32 = 3.9 \text{ Kbits/s}$	680 pF	100 nF
$f / 64 = 1.95 \text{ Kbits/s}$	1.2 nF	220 nF

شکل (۱۱-۸) : جدول مربوط به خازن های *CIN* و *CHP*

۱۱-۹-۱. مدار کاربردی اول

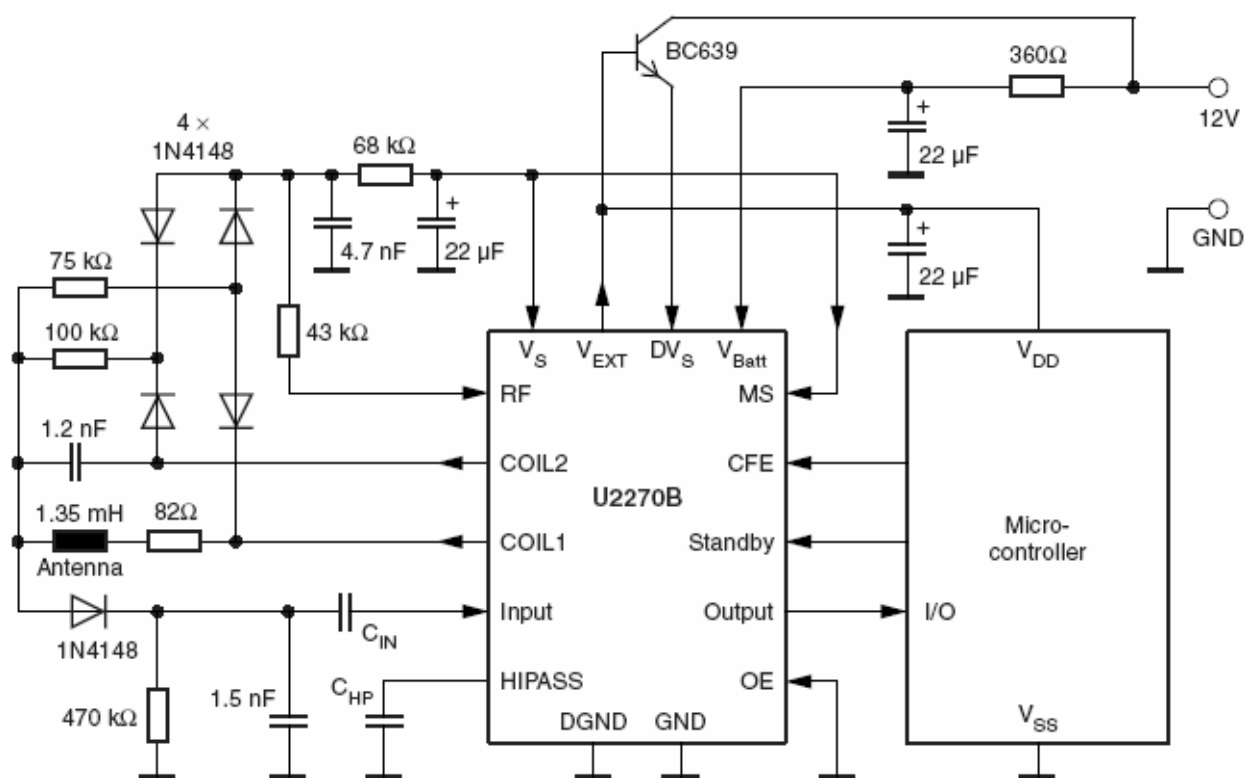
در این مدار، المان های خارجی کمی نیاز است. این مدار تنها زمانی کاربرد دارد که فرستنده-گیرنده و برچسب در فاصله ی نزدیکی به هم قراردارند (شکل (۹-۱۱)).



شکل (۹-۱۱)

۱۱-۱-۹-۲. مدار کاربردی دوم

در این مدار از فیدبک دیودی استفاده شده است. این مدار نسبت به مدار قبلی برد بیشتری دارد (شکل (۱۱- ۱۰)).

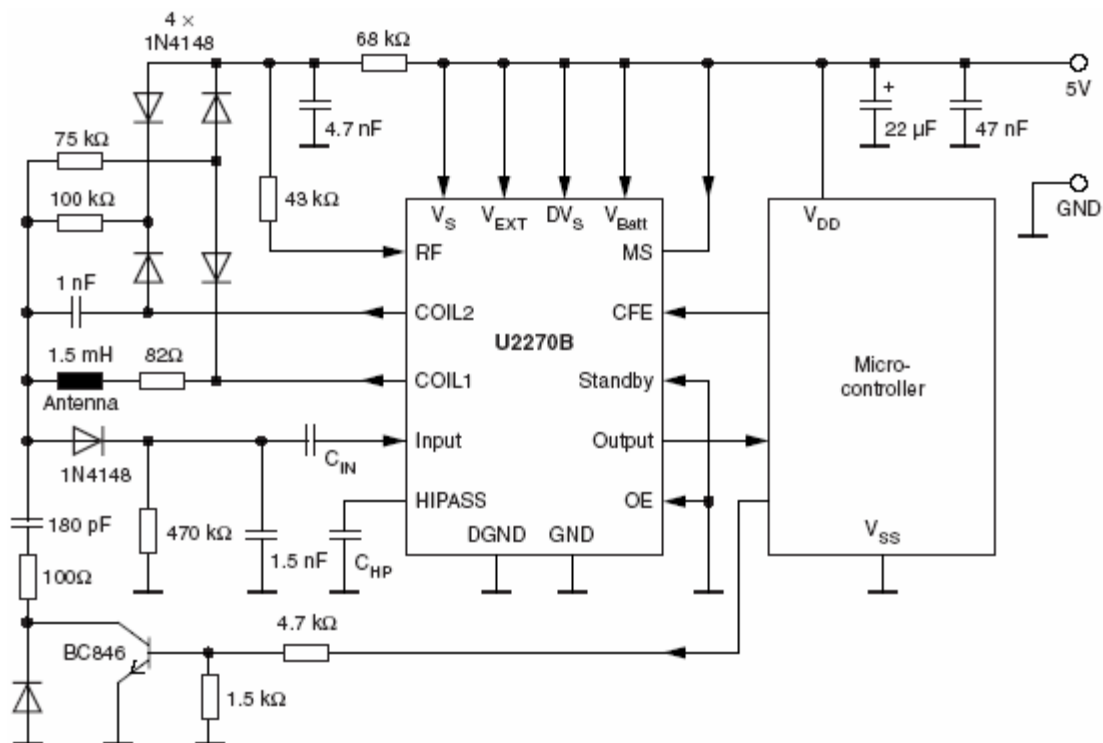


شكل (١١ - ١٠)

۱۱-۹-۳. مدار کاربردی سوم

این مدار مشابه مدار قبلی است با این تفاوت که می تواند ترانس بیشتری را در فرکانس رزنانس داشته باشد. یعنی برد مدار افزایش می یابد. با استفاده از این مدار می توان حساسیت و در نتیجه برد مدار را افزایش داد.

در استفاده از این مدار بهتر است که میکروکنترلر در فاصله نزدیکی به *U2270B* باشد (شکل (۱۱-۱۱))



شکل (۱۱-۱۱)

۱۱-۱-۱۰. توضیح مدار پیش تقویت کننده

این مدار تقویت کننده شامل دو تقویت کننده تفاضلی است. یکی از آنها بعنوان کانورتور مقاومتی برای جداسازی فیلتر پایین گذر R_1 و C_1 می باشد. دیگری بعنوان یک تقویت کننده AC برای افزایش دامنه ی سیگنال مدوله شده است. برای از بین بردن فرکانس $125KHz$ ، فرکانس قطع پایین در این مدار $10KHz$ می باشد. اگر از مدار شکل (۸-۱) استفاده می کنید، مدار پیش تقویت کننده باید بجای خازن C_7 قرار گیرد (شکل (۸-۲) و شکل (۸-۳)).

۱۱-۱۰-۱. انتخاب خازن کوپلینگ ورودی و خروجی

این خازن ها عملکرد خواندن را مشخص می کنند با افزایش مقدار این خازن ها برد مدار نیز افزایش می یابد اما تأخیر نیز افزایش می یابد. به شکل (۱۱-۱۲) زیر توجه کنید.

C3	C4	Distance	Delay Time
1 nF	1 nF	–	–
4.7 nF	1 nF	7.5 cm	4 ms
4.7 nF	4.7 nF	9.5 cm	6 ms
4.7 nF	10 nF	10 cm	7 ms
10 nF	10 nF	10.5 cm	12 ms
22 nF	22 nF	10.5 cm	17 ms

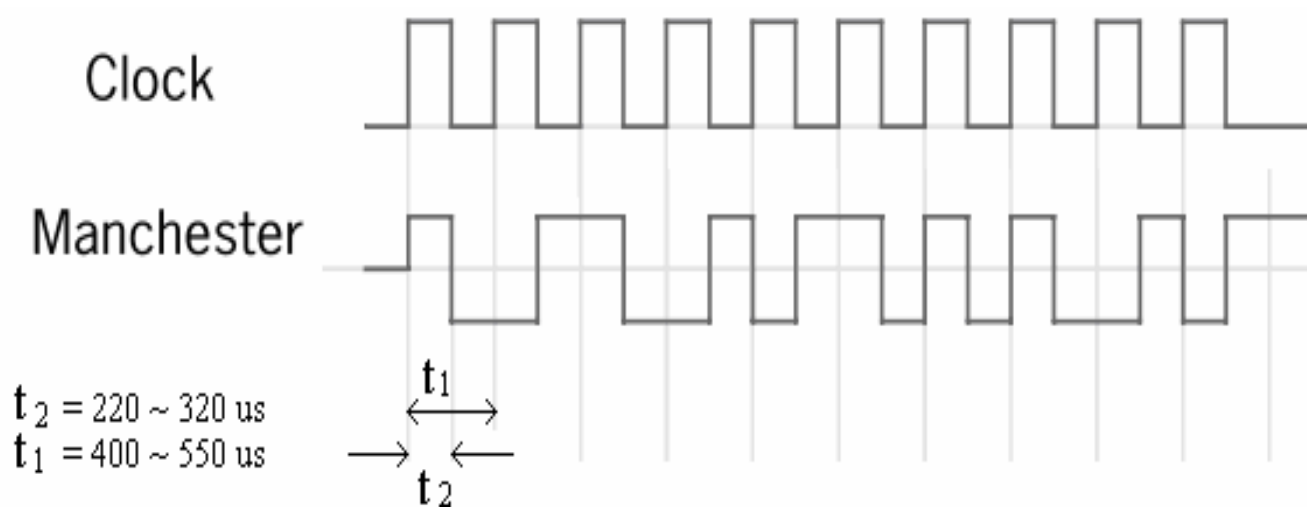
شکل (۱۱-۱۲) : جدول مربوط به انتخاب خازن کوپلینگ

۱۲. نتیجه

در مدار کلی این پروژه یک مشکل بزرگ نویز است که یک منبع آن همان سلف مربوط به آنتن دستگاه فرستنده گیرنده است. این نویز به قسمت های حساس مدار مانند *LCD* و تقویت کننده های بهره بالا اثر زیادی دارد. برای کم کردن این نویز دو روش بکار گرفته شده است. اول اینکه انشعابات از زمین مدار به کل قسمت های *PCB* کشیده شد تا نویزهای انشعابات دیگر را جذب کنند و دوم، از یک پакت آلومینیومی برای جدا کردن آنتن از دیگر قسمت های مدار استفاده شد. البته استفاده از این پакت آلومینیومی باعث کاهش برد مدار می شود زیرا در حقیقت وظیفه ی آن جذب و حذف امواجی است که به آن برخورد می کند. این امواج همان امواج آنتن هستند.

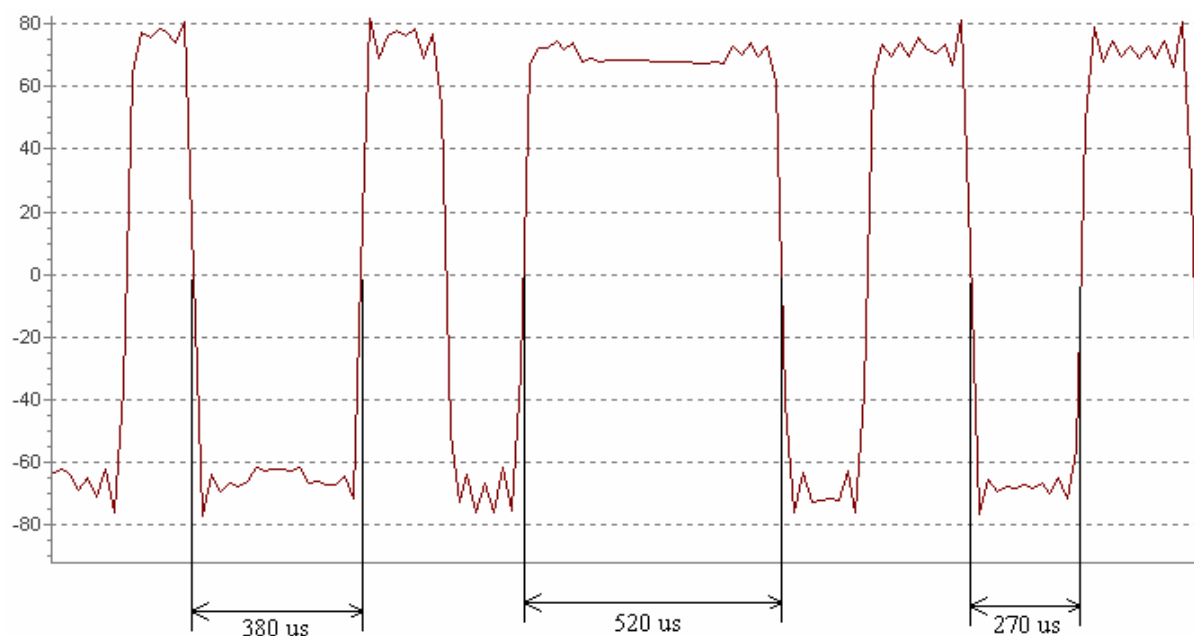
همچنین خود *U2270B* نویز پذیر است شکل موج خروجی آن با آنچه که در تئوری توضیح داده شده کمی متفاوت است .

در مدولاسیون منچستر فرکانس دیتا می تواند $1F$ باشد یا $2F$ ، مانند شکل (۱۲-۱)

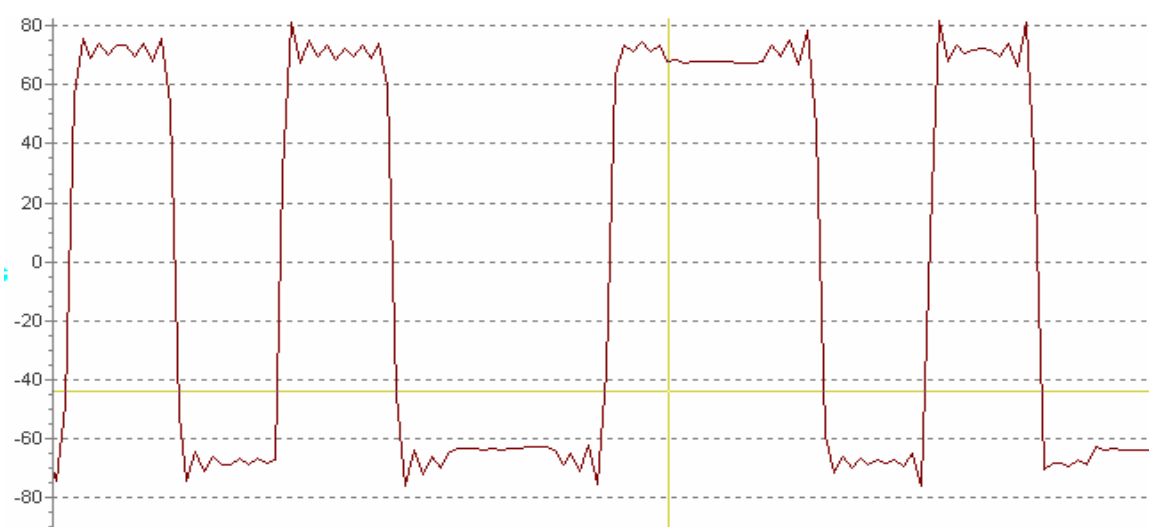


شکل (۱۲-۱): شکل موج خروجی *U2270B* در حالت ایده آل

اما در اینجا بعضی از پالس ها با فرکانس حدود $1.5F$ نیز ظاهر می شوند که ممکن است دیتاها اشتباه خوانده شوند (شکل (۱۲-۲)). لذا امنیت **U2270B** پایین است و کاربرد آن کمی محدود می شود.



شکل (۱۲-۲): شکل موج خروجی **U2270B** در حالت نامناسب



شکل (۱۲-۳): شکل موج خروجی **U2270B** در حالت مناسب

البته بنظر می رسد عامل وجود فرکانس $1.5F$ ، کیفیت برچسب **RFID** باشد زیرا **U2270B** تنها امواج فرستاده شده از برچسب را دمدوله می کند و بس .

یک عیب دیگر **U2270B** این است زمانی که هیچ برچسب **RFID** نزدیک آنتن نیست در خروجی سیگنال مربعی داریم که در این پروژه فرکانس این سیگنال مربعی $6,2\text{KHz}$ است یعنی میکروکنترلر در یک ثانیه بیش از ۶ هزار بار دچار وقفه خارجی می شود که یک عیب بزرگ است. در کنار این دو عیب ، **U2270B** یکی از ارزانترین **IC** های **RFID** در جهان است. قیمت آن در آمریکا حدود $2,5\$$ است. همچنین مدارهای کاربردی آن ساده است .