

RFID^۱ ابزاری نوین در مدیریت کالا

کتاب تهیه و تدوین:

مهندس وحید توکلی

کارشناس مرکز مطالعات و پژوهشهای لجستیکی و مهندسی

دکتر جعفر محمودی

عضو هیأت علمی دانشگاه امام حسین(ع)

چکیده

در حال حاضر فناوری نوینی در حال جایگزینی روش متداول بارکد می‌باشد که معایب آن را پوشانده و قابلیت‌های بیشتری را ارائه کرده است. این فناوری «RFID» نام دارد. در این فناوری بجای استفاده از نور جهت خواندن برچسبها، از امواج رادیویی استفاده شده است. استفاده از امواج رادیویی به خودی خود توانسته مشکلاتی مانند قرار گرفتن صحیح برچسب در جلوی اسکنر و خطاهای انسانی را کاهش دهد. به علاوه با استفاده از فناوری نوین «عدم تصادم» در RFID، می‌توانیم چندین برچسب را با یکدیگر بخوانیم و سرعت به روزآوری موجودی را به شدت کاهش دهیم. البته خوانده شدن همه برچسبها با هم بار ترافیکی زیادی را به سیستم اطلاعاتی تحمیل می‌کند که مدیریت آن نیازمند خطوط بهتر انتقال داده و پردازنده‌های بهتر می‌باشد. به طور کلی، می‌توان گفت که آزمایشهای مختلف به صورت پایلوت و غیره همگی از مطمئن بودن بازگشت سرمایه در پروژه‌های RFID حکایت دارد و می‌توان مطمئن بود که سرمایه‌گذاری در این کار منجر به بهبود کار و سوددهی بیشتر خواهد شد.

مقدمه

می‌باشد) آنها را شناسایی می‌کند. در واقع RFID جهت شناسایی هویت رادیویی کالاها، خودروها، مستندات، مردم، ابزارها و هر چیزی که برای ما اهمیت داشته باشد به صورت خودکار و با قابلیت بالا و پرسرعت به کار می‌رود.

RFID در حال حاضر به یکی از فناوریهای مطرح دنیا تبدیل شده است. هر کسی از روزنامه‌نگار و تولیدکننده تا خرده‌فروشان بزرگ مانند وال مارت در کلیه نوشته و بیانیه‌های خود اظهار داشته‌اند که RFID چنان انقلابی در زنجیره تأمین جهانی ایجاد کرده است که دنیا چنین چیزی را تا سال ۱۹۹۰ (که انقلاب اینترنت بوجود آمد) به خود ندیده است.

RFID چیز جدیدی نیست و از حدود ۱۰ سال پیش به طور جدی مطرح گردیده، اما آنچه که امروزه آن را متفاوت کرده است، ایجاد کدهای EPC^۲ می‌باشد که بر روی برچسبهای ارزان قیمت قرار می‌گیرد. به دنبال این امر اقدام پارلمان اروپا در تصویب قانونی جهت تغییر

یکی از فناوریهای نوینی که تغییرات شگرفی در زندگی و کسب و کار ایجاد کرده، فناوری RFID است. بر طبق نوشته مجله Business 2.0 در سال ۲۰۰۳، این فناوری پس از نانو فناوری، دومین فناوری تأثیرگذار و مورد توجه در دنیای امروز می‌باشد. بر طبق نوشته مجله فایننشال تایمز در سال ۲۰۰۴، تکنیک RFID دومین تکنیک مدیریتی مورد توجه در بین شرکتهای معتبر دنیا می‌باشد. در این مقاله سعی در معرفی این تکنیک به همراه کاربردهای آن و نیز شرح مختصری از فناوری به کار رفته در آن خواهیم داشت.

RFID چیست؟

RFID ابزاری جهت شناسایی و مشخص کردن یک فرد یا یک شیء با استفاده از امواج رادیویی می‌باشد. این فناوری توسط فرستنده‌های کوچک نصب شده روی کالاها (یک چیپ الکترونیکی کوچک که به یک آنتن متصل بوده و معمولاً اندازه آن کمتر از یک سانتیمتر مربع

کلیه زنجیره‌های تأمین تا سال ۲۰۰۵ میلادی و ایجاد امکان ردیابی کلیه کالاها از طریق سیستم RFID و همچنین تصمیم وزارت دفاع آمریکا مبنی بر توسعه سیستمهای RFID و نیز تغییر سیستم زنجیره تأمین شرکت‌های Wall Mart و Tesco و مجهز شدن آنها به سیستم RFID و به دنبال آن تغییر در همه تأمین‌کنندگان آنها، موجب تسریع این انقلاب گردید.

مقایسه RFID با سیستم بارکد

به نظر نمی‌رسد که RFID بتواند به راحتی جایگزین بارکد گردد؛ زیرا برچسبهای RFID بسیار گران هستند و اگر آنها را به صورت حجمی سفارش دهید، هزینه هر برچسب RFID حدود ۲۰ سنت خواهد بود، در حالی که یک برچسب بارکد حدود ۰/۲ سنت می‌باشد. لذا به نظر می‌رسد که روند تغییر ابتدا در سطح برچسب‌زدن پالتها و پس از پیشرفت فناوری و کاهش هزینه‌های آن شامل محصولات نیز گردد. بسیاری از تحلیل‌گران حدس می‌زنند که تغییر در سه محور زیر بوجود آید:

۱- کاهش موجودی و بسته‌بندی.

۲- سود بردن از کاهش ذخیره انبار و هزینه‌های بالاسری انبار.

۳- کاهش محصولاتی که خارج از انبار قرار می‌گیرد.

تا به حال بارکدها جهت شناسایی و ردیابی محصولات در زنجیره تأمین استفاده می‌شدند و با وجود مشکلات زیادی که در بکارگیری آنها وجود داشت، این‌گونه استنباط می‌شد که این ابزارها بتوانند میزان بازده زنجیره تأمین را تا ۹۰ درصد بالا ببرند. با توجه به نقصهایی که در فناوری بارکدها وجود دارد در RFID این نقصها برطرف شده است. این فناوری جدید می‌تواند مزایای زیر را نیز علاوه بر مزایای سیستم قبلی به دنبال داشته باشد:

۱- افزایش نرخ بهره‌وری.

۲- حذف هزینه‌ها و زمان مربوط به برچسب زدن مجدد.

۳- دقت بالاتر.

۴- انعطاف‌پذیری داده‌ها درون برچسبها

۵- امکان اضافه کردن یا جایگزین کردن اطلاعات

موجود در برچسب در هر جا از زنجیره تأمین.

استفاده از RFID همراه با EPC، این امکان را فراهم می‌نماید تا اطلاعاتی را در مورد محصول بدست بیاوریم که هیچ‌گاه موجود نبوده است. هر محصولی که تولید می‌شود دارای ID مخصوص به خود خواهد بود و این قابلیت وجود دارد که تمامی اعضای زنجیره تأمین شامل کارخانه‌ها، مراکز توزیع و خرده‌فروشان به طور آسانی به اطلاعات یک محصول خاص دسترسی پیدا کنند.

در جدول زیر برخی از ویژگیها و مزایای RFID در مقایسه با سیستم بارکد آورده شده است:

جدول ۱- مقایسه میان سیستم متداول بارکدی و سیستم RFID

مشکلات سیستم بارکدی	راه‌حلهایی که سیستم RFID در نظر گرفته است
• باید کالا و اسکنر رو در روی یکدیگر قرار گیرند	• امکان خواندن و نوشتن برچسبها در هر زاویه‌ای و از میان اشیاء وجود دارد.
• پتانسیل توسعه بیشتر را ندارد	• امکان توسعه این سیستم از طریق بسته‌بندی بهتر و چیبهای جدید وجود دارد.
• فقط می‌تواند به صورت کلی خصوصیات هر شیء را تعیین کند.	• امکان شناسایی تک تک محصولات تا 2^{96} عدد کالا وجود دارد.
• فناوری‌ای است که امکان ردیابی ضعیفی داشته، به نیروی کار حساس بوده و کند عمل می‌کند.	• پتانسیل آن را دارد که محصولات را در زمان واقعی خود در زنجیره تأمین ردیابی نماید.

یکی از اطلاعات اشتباهی که در مورد RFID در سالهای اخیر رواج یافته این است که سیستم RFID گرانتر از سیستم بارکد است. این درست است که یک برچسب RFID بسیار گرانتر از یک برچسب بارکد است، اما در عین حال دنبال کردن محصولات در سیستم RFID بسیار ارزانتر از سیستم بارکد تمام خواهد شد.

برچسبهای RFID قابلیت چند بار استفاده را دارند و بنابراین بکارگیری این برچسبها در یک زنجیره تأمین برای ظروفي که پیوسته مورد استفاده قرار می گیرند مانع فرآیند برچسب گذاری مجدد خواهد شد. این امر موجب صرفه جویی در نیروی انسانی خواهد گردید.

به دلیل استفاده RFID از امواج رادیویی دیگر لازم نیست که مانند برچسبهای بارکد این برچسبها در خط دید خواننده برچسب قرار گیرد و به همین خاطر می توان این برچسبها را در داخل بسته یا در بعضی از موارد به خود محصول متصل کرد.

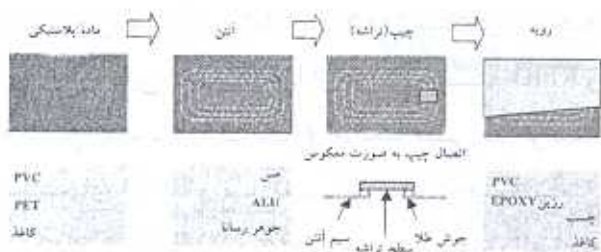
تعداد زیادی از برچسبها همزمان با هم خوانده می شود به گونه ای که احتیاج نیست وسیله حمل کننده کالاها برای ثبت کالاها در یک جا توقف نماید. در واقع کار خواندن کالاها می تواند در حال حرکت انجام شود. سیستم RFID می تواند ظرفها و سایر ابزارهای حمل کننده کالا را که قابلیت چند بار مصرف دارند؛ ردیابی و دنبال کند. این قابلیت می تواند برای شرکتهایی که کارشان حمل و نقل با استفاده از ظروف می باشد از اهمیت خاصی برخوردار بوده و موجب بازگشت بهتر سرمایه به شرکت خواهد بود.

سیستم RFID دارای نرخ خطای بسیار کمی در مقابل سیستم بارکد است. به علاوه کمتر به خطاهای انسانی حساس است. مقایسه تفصیلی میان این دو سیستم نیازمند بررسی بیشتری می باشد که در اینجا از آن صرف نظر می شود.

ساختار RFID

برچسبهای RFID: هر شیء که در سیستم RFID شناسایی می شود، یک برچسب به آن متصل می شود. برچسبها در شکلها و اندازه های مختلفی برای شیء های و محیط های مختلف تولید می شوند. روش ساخت آنها را در شکل ۱ مشاهده می کنید.

ابتدا ماده زیر لایه اصلی (از جنس کاغذ یا PVC، PET،...) قرار داده می شود و بر روی این لایه آنتنی از جنس یکی از مواد رسانا مانند مس، آلومینیوم یا جوهر



شکل ۱- مراحل ساخت برچسبها در فناوری RFID

نقره قرار می گیرد. بعد خود چیب اصلی با کمک یکی از تکنیکهای محدود سیم یا چیب معکوس به آنتن متصل می شود. در انتها لایه محافظی از جنس اپوکسی یا PVC یا رزین یا کاغذ چسبنده بر روی آن قرار می گیرد که باعث محافظت برچسب RFID در مقابل شرایط فیزیکی مانند سایش یا خوردگی می شود.

برچسبهای هوشمند: این برچسبها تلفیقی از سیستم بارکد و سیستم RFID هستند. در این نوع، لایه نازکی بخش RFID را در داخل برچسب در برمی گیرد که توسط پرینترهای پیشرفته ای امکان چاپ بارکد و نوشتن اطلاعات روی برچسب RFID وجود دارد. این برچسبهای هوشمند برای زنجیره های تأمینی مناسب است که در حال تغییر سیستم خود از بارکد به RFID بوده و هنوز بعضی از سیستمهای آنها با بارکد کار می کند. با استفاده از تکنیک «جلوگیری از تصادف داده» این امکان وجود دارد که در آن واحد چندین برچسب خوانده شوند، این مسئله باعث صرفه جویی بسیار زیادی در زمان خواندن برچسب محصولات در مقایسه با بارکد می شود (در روش بارکد لازم است ابتدا کاربر برچسب را پیدا کرده و سپس آن را بخواند)

برچسبهای RFID مانند بارکد عمل می کنند؛ به عبارت دیگر آنها می توانند در داخل خود یک کد را نگهداری کنند که با رجوع به پایگاه داده اصلی بتوان فهمید مربوط به چه چیزی می شود. اما از آن جا که ظرفیت نگهداری اطلاعات در آنها زیاد است، می توانند همه اطلاعاتی که در پایگاه داده در مورد این کد وجود دارد را نگهداری نمایند؛ به همین جهت بسیار مفیدتر از بارکدها در زنجیره تأمین عمل می کنند.

جدول شماره ۲- فهرست فرکانس مورد استفاده در برچسبهای غیرفعال

نوع فرکانس	LF	HF	UHF	Microwore
محدوده فرکانس	<135 KHZ	13.56 MHz	860-930 MHz	2.45 GHz
مشخصات استاندارد	ISO/IEC 18000-2	ISO/IEC 18000-3 AutoID HF Class I ISO 15693, ISO 14443 (A/B)	ISO/IEC 18000-6 AMOIC Class 1	ISO/IEC 18000-4
محدوده خواندن	<0.5M	~1M	~a-5in	~1M
مشخصات عمومی	آنتنهای بزرگ باعث هزینه بیشتر در برچسبها می شود.	ارزاتر از برچسبهای LF هستند و برای کارهایی با مسافت کم مطلوب هستند	در جمع زیاد این چیبها ارزاتر از LF و HF تولید می شوند و برای خواندن برچسبها از راه دور بسیار مناسب هستند.	مشخصات چیب UHF را دارند ولی سرعت خواندن آنها سریعتر است. استفاده درست از آنها نیاز به توجه به محیط دارد.
منبع تغذیه	با استفاده از روش القایی کوپلینگ یا میدان نزدیک کار می کند.	مانند LF	برچسبهای فعال و غیرفعال از میدان الکتریکی استفاده می کنند.	مانند UHF
کاربر معمول برچسب	کنترل ورود، برچسب گذاری حیوانات و شناسایی اتومبیلها	کارت های هوشمند، کنترل ورود، کتابخانه ها و حمل و نقل	زنجیره تأمین، پالتها و جعبه ها	عوارض الکترونیکی جستجوی کالا در زمان واقعی خود
نرخ خواندن چند برچسب	← کند			→ سریع
قابلیت خواندن در کنار فلزات و اشیاء خیس	← بهتر			→ بدتر
اندازه برچسب	← بزرگتر			→ کوچکتر

استفاده بسته به نوع استفاده آنها از ۱۳۵KHz تا ۲/۲۵GHz تغییر می کند. قوانینی در کشورها برای این دستگاهها وضع شده است تا بتوان امواج انتشار یافته را کنترل کرد و مانع تداخل امواج آنها با سایر دستگاهها شد. در جدول «۲» فهرستی از فرکانسهای مورد استفاده در برچسبهای غیرفعال آمده است.

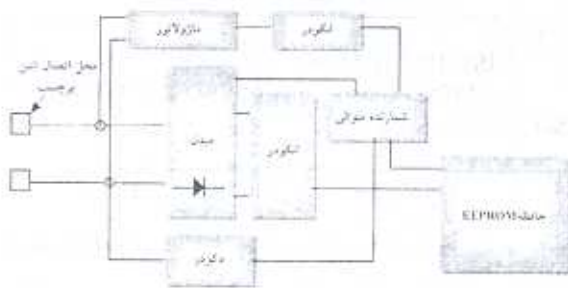
هزینه برچسبها

نوع مواد و روشی که برای ساخت برچسب استفاده می شود، مستقیماً بر قیمت تمام شده آن (حدود ۳۰ درصد قیمت) و همچنین بر میزان برد ارتباطی برچسب تأثیر می گذارد. قیمت برچسبها یکی از بزرگترین مشکلات برای ایجاد تغییر عمده در زنجیره تأمین است.

به علاوه برچسب خوانهای RFID امکان تغییر محتویات برچسب RFID را دارند؛ این به آن معناست که هر زمان که احتیاج باشد (برای مثال در یک زنجیره تأمین یا به دلایل امنیتی) می توان برچسب RFID را تغییر داد (این کار در سیستمهای بارکد فقط با چاپ یک بارکد جدید امکان پذیر می باشد).

ارتباطی که میان خواننده و فرستنده (برچسب RFID) صورت می گیرد، Tag نامیده می شود. Tagها می توانند به حالت فعال (با کمک باتری داخلی) یا غیرفعال (با کمک میدان مغناطیسی بوجود آمده توسط خواننده) و در شکلهای مختلف مانند کارت های هوشمند، برچسبها، ساعتها و یا به عنوان وسیله ای که به تلفن همراه متصل می شود، تولید شوند. فرکانس رادیویی مورد

شده‌اند، به گونه‌ای که امکان ساخت چیبی به اندازه ۰/۳ میلیمتر مربع امکان‌پذیر شده است.



شکل ۴- ساختار داخلی یک برچسب RFID

از نظر قدرت محاسباتی، برچسبهای RFID بسیار ساده هستند و فقط یک منطق ساده و یکسری دستورات ساده حالتی را می‌توانند اجرا کنند. البته این به آن معنا نیست که می‌توان آنها را به راحتی طراحی کرد؛ در واقع بر سرطراحی آنها رقابت بسیار زیادی وجود دارد که بتوان چیبی با کمترین توان مصرفی ساخت که بتواند در محیط‌های نویز دار فرکانس رادیویی کار کرده و قوتاین ایجاد امواج رادیویی را رعایت کند. یکی دیگر از مدارهای مهم در این چیب، مدار دریافت‌کننده است که می‌تواند با استفاده از میدان مغناطیسی خواننده برای خود ولتاژ ایجاد کند و بعد از آن برای خود منبع تغذیه بسازد. میزان اطلاعات ذخیره شده در چیب بستگی به مشخصات چیب دارد که معمولاً از ۹۶ بیت تا ۳۲ کیلو بیت امکان تغییر وجود دارد. همان‌گونه که می‌دانید ظرفیت بیشتر به معنای بزرگتر شدن چیب و به معنای هزینه بیشتر می‌باشد. در سال ۱۹۹۹ مرکز AUTO-ID (که در حال حاضر با نام EPCglobal فعالیت می‌کند و در دانشگاه MIT آمریکا قرار دارد) براساس کدهای UPC، کدی الکترونیکی به نام EPC را بوجود آورد که یک چیب آن ۲۵۶ بیت ظرفیت دارد. این امر همچنان که پیشتر از این اشاره شد، عاملی جهت گسترش RFID گردید.

دسته‌بندی انواع برچسبها

یکی از راههای دسته‌بندی برچسبهای RFID،

تولیدکننده‌های IC سعی کرده‌اند با کم کردن حجم IC به ۰/۳ میلیمتر مربع قیمت آن را به ۱ الی ۲ سنت هم برسانند. در حال حاضر شرکتهایی مانند فیلیپس و الین که تکنیکهای ایجاد این چیبها را توسعه داده‌اند، توانایی تولید چیبهایی با قیمت ۵ سنت در حجم انبوه (بیلیونها برچسب) را دارا می‌باشند.

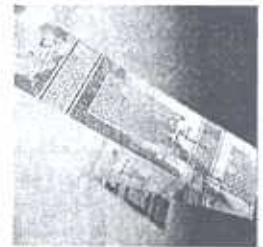
یکی از جدیدترین توسعه‌هایی که در این چیبها بوجود آمده، ایجاد چیبهایی با آنتن داخلی است که در این صورت امکان ایجاد چیبهایی با اندازه میکرونی نیز وجود دارد. این چیبها محدودیت ارتباط داشته و فقط می‌توانند از فاصله ۳ میلیمتری ارتباط برقرار کنند. این چیبها می‌توانند در مستندات بانکی قرار بگیرد که نمونه‌ای از آنها جدیداً توسط شرکت ماکس در فرکانسهای UHF و HF طراحی شده است.

برچسبهای کاغذی با آنتنهای جوهر نقره



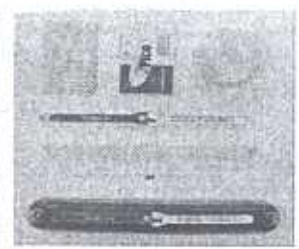
RFID 134450

برچسب انعطاف‌پذیری با آنتن الومینومی



RFID 134450

شکل ۲- چند نمونه از برچسبهای RFID فرکانس HF



Coil on chip Tags



شکل ۳- چند نمونه برچسب RFID فرکانس UHF

ساختار ICهای برچسبها

برچسبهای RFID براساس یکی از پیشرفته‌ترین طرحهای هندسی سیلیکونی موجود طراحی و ساخته

جدول شماره ۳- انواع مختلف برچسبها

کلاس	می‌شناسند به عنوان		حافظه		منبع تغذیه	کاربرد	
	EAS	EPC	ندارد	PEL	غیرفعال	شناسایی	جلوگیری از دزدی
۱	EPC		فقط خواندنی		هر حالتی می‌تواند داشته باشد	شناسایی	
۲	EPC		نوشتن - خواندن		هر حالتی می‌تواند داشته باشد	ثبت ورود و خروج	
۳	Sensor Tags		نوشتن - خواندن		نیمه فعال - فعال	حسگرها	
۴	Smart Dust		نوشتن - خواندن		فعال	ایجاد شبکه حسگرها	

نسبت به برچسبهایی که فقط ID را نگهداری می‌کنند، دارند.

دسته ۳- خواندن و نوشتن - با یک حسگر داخلی در این برچسبها یک حسگر هم وجود دارد که اطلاعاتی مانند حرارت و رطوبت هوا در آن ضبط می‌شود. بنابراین این برچسبها برای انجام این کارها نیاز به فعال بودن یا نیمه فعال بودن دارند.

دسته ۴- خواندن و نوشتن با یکپارچگی در فرستادن اطلاعات

در این برچسبها دستگاههای مینیاتوری رادیویی وجود دارد که می‌تواند با سایر برچسبها به ارتباط پردازد؛ بدون اینکه احتیاج به دستگاه خواننده وجود داشته باشد. این دستگاهها کاملاً فعال بوده و دارای باتری و منبع تغذیه می‌باشند.

در جدول «۳» دسته‌بندی‌های فوق دیده می‌شود.

انتخاب برچسب مناسب

انتخاب برچسب مناسب برای یک کاربرد خاص نیاز به دقت داشته و باید فاکتورهای زیر در آن در نظر گرفته شود:

- فاکتور اندازه و شکل؛ کجا این برچسب می‌خواهد نصب شود؟

- چقدر برچسبها به هم نزدیک هستند؟
- مقاومت؛ آیا برچسب نیازمند یک پوشش مقاوم می‌باشد که در مقابل فرسایش و سائیدگی حفظ شود؟

دسته‌بندی براساس قابلیت خواندن و نوشتن داده بر آنها می‌باشد. این مطلب باعث می‌شود این برچسبها در چهار دسته طبقه‌بندی گردند (البته مرکز EPCglobal، ۵ طبقه‌بندی پنج دسته‌ای را معرفی می‌نماید که خیلی شبیه چهار دسته‌ای است).

دسته صفر - فقط خواندنی

این دسته از برچسبها فقط یک کد ساده در آنها وجود دارد که در هنگام تولید به آنها وارد شده است و دیگر امکان تغییر آن وجود ندارد. این نوع برچسبها می‌تواند جهت تعیین نوع محصول و یابنه منظور جلوگیری از سرقت آن مورد استفاده قرار گیرد. این برچسبها فقط وجود خود را هنگام عبور از دستگاه خواننده اعلام می‌کنند.

دسته ۱- یکبار نوشتن و بعد فقط خواندن

در این حالت برچسب در کارخانه بدون اینکه داده‌ای روی آن باشد، تولید می‌شود. داده‌ها می‌تواند توسط کارخانه سازنده یا توسط استفاده‌کننده فقط یک بار بر روی آن نوشته شود. برچسبهایی به این صورت فقط به عنوان یک معرفی‌کننده عمل می‌کنند.

دسته ۲- خواندن و نوشتن

در این نوع انعطاف‌پذیر از برچسبها که انعطاف‌پذیر هستند، استفاده‌کننده امکان نوشتن و خواندن اطلاعات بر روی برچسب را دارد. این اطلاعات در حافظه برچسب ذخیره شده و به همین خاطر فضای بیشتر



شکل ۵ چگونه برچسب‌های غیرفعال تعریف می‌شوند.

- برچسب‌های غیر فعال انرژی برقراری ارتباط خود را از میدان مغناطیسی حاصله از دستگاه خواننده تأمین می‌کنند. این انرژی خارج شده از دستگاه خواننده نه تنها با افزایش فاصله به سرعت کم می‌شود، بلکه قوانین ارتباطی زیادی نیز مقدار این انرژی را محدود کرده به طوری که فاصله امکان ارتباطی برای باند فرکانسی UHF (۸۶۰MHz - ۹۳۰ MHz) در حدود ۴ تا ۵ متر خواهد بود.

- برچسب‌های نیمه فعال، دارای باتری هستند و بنابراین احتیاجی به میدان مغناطیسی خارج شده از دستگاه خواننده ندارند. این مسئله امکان آن را فراهم می‌آورد که با سیگنال ضعیف‌تری با آنها ارتباط برقرار کرده و در نتیجه بتوان فاصله ارتباطی را به حدود ۱۰۰ متر رساند. علت محدود بودن فاصله در این وضعیت آن است که هنوز فرستنده در این برچسب‌ها از میدان مغناطیسی خواننده برای برگرداندن ارتباط استفاده می‌نماید.

- برچسب‌های فعال، دستگاه‌های فعالی هستند که فرستنده آنها نیز فعال می‌باشد. برخلاف برچسب‌های غیر فعال، این برچسب‌ها انرژی RF ایجاد کرده و آن را به آنتن اعمال می‌کند. این نوع از برچسب‌ها می‌تواند از کیلومترها دورتر با خواننده ارتباط برقرار نماید.

تجربیات بکارگیری RFIDهای مختلف در باندهای فرکانسی LF و HF و UHF نشان می‌دهد که بهترین کارایی را RFIDهای باند فرکانسی HF و UHF دارند. به علاوه به نظر می‌رسد که باند فرکانسی UHF به علت پیشرو بودن در حالت «محدود خواندن» به فرکانس غالب تبدیل می‌شود. البته این به آن معناییست که بقیه باندهای

- آیا برچسب چند بار مصرف است؟
- آیا احتیاج به مقاومت در برابر عوامل شیمیایی دارد؟
- قطبی بودن جهت قرار گرفتن برچسب در یک میدان مغناطیسی چه می‌باشد؟

- در مقابل چه درجه حرارتی باید مقاومت کند؟
- فاصله ارتباطی چقدر است؟
- آیا در معرض فلزات یا مایعات قرار دارد؟
- محیط (نویز الکتریکی و سایر دستگاه‌های رادیویی چگونه است؟).

- فرکانس عمل چه می‌باشد؟ (LF، HF، یا UHF).

- استانداردها و پروتکل‌های ارتباطی پشتیبانی‌کننده چه می‌باشد؟ (EPC, ISO)
- قوانین محلی (آمریکا، اروپا و آسیا).

- آیا لازم است برچسب اطلاعات دیگری بیش از ID را ذخیره نماید؟

- جلوگیری از تداخل؛ چند برچسب در یک منطقه در یک زمان خوانده می‌شود و با چه سرعتی ما می‌خواهیم آنها را شناسایی کنیم؟

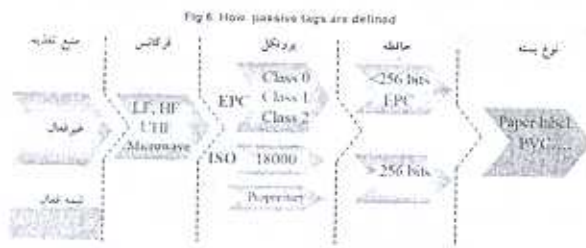
- پشتیبانی خواننده - آیا دستگاه‌های خواننده توانایی خواندن این برچسب را دارند؟

- آیا این برچسب امن می‌باشد و داده‌ها توسط کدگذاری حفظ می‌شوند؟

برچسب‌های فعال و غیرفعال

در شکل «۵» اولین تفاوت میان یک برچسب غیر فعال، نیمه فعال و فعال نشان داده شده است.

برچسب‌های غیرفعال RFID از فاصله‌ای در حدود ۴ تا ۵ متر با استفاده از باند فرکانسی UHF قابل خواندن هستند؛ درحالی که برچسب‌های نیمه فعال تا فاصله‌ای حدود ۱۰۰ متر قابل خواندن هستند و برچسب‌های فعال حتی از کیلومترها قابل تشخیص و خواندن هستند. این تفاوت بسیار در ارتباط را می‌توان به صورت زیر شرح داد:



شکل ۵ چگونه برچسب‌های غیرفعال تعریف می‌شوند

• برچسب‌های غیر فعال انرژی برقراری ارتباط خود را از میدان مغناطیسی حاصله از دستگاه خواننده تأمین می‌کنند. این انرژی خارج شده از دستگاه خواننده نه تنها با افزایش فاصله به سرعت کم می‌شود، بلکه قوانین ارتباطی زیادی نیز مقدار این انرژی را محدود کرده به طوری که فاصله امکان ارتباطی برای باند فرکانسی UHF (۸۶۰MHz - ۹۳۰ MHz) در حدود ۴ تا ۵ متر خواهد بود.

• برچسب‌های نیمه فعال، دارای باتری هستند و بنابراین احتیاجی به میدان مغناطیسی خارج شده از دستگاه خواننده ندارند. این مسئله امکان آن را فراهم می‌آورد که با سیگنال ضعیف‌تری با آنها ارتباط برقرار کرده و در نتیجه بتوان فاصله ارتباطی را به حدود ۱۰۰ متر رساند. علت محدود بودن فاصله در این وضعیت آن است که هنوز فرستنده در این برچسبها از میدان مغناطیسی خواننده برای برگرداندن ارتباط استفاده می‌نماید.

• برچسب‌های فعال، دستگاههای فعالی هستند که فرستنده آنها نیز فعال می‌باشد. برخلاف برچسب‌های غیر فعال، این برچسبها انرژی RF ایجاد کرده و آن را به آنتن اعمال می‌کند. این نوع از برچسبها می‌تواند از کیلومترها دورتر با خواننده ارتباط برقرار نماید.

تجربیات بکارگیری RFIDهای مختلف در باندهای فرکانسی LF و HF و UHF نشان می‌دهد که بهترین کارایی را RFIDهای باند فرکانسی HF و UHF دارند. به علاوه به نظر می‌رسد که باند فرکانسی UHF به علت پیشرو بودن در حالت «محدود خواندن» به فرکانس غالب تبدیل می‌شود. البته این به آن معناییست که بقیه باندهای

• آیا برچسب چند بار مصرف است؟
 • آیا احتیاج به مقاومت در برابر عوامل شیمیایی دارد؟
 • قطبی بودن جهت قرار گرفتن برچسب در یک میدان مغناطیسی چه می‌باشد؟

• در مقابل چه درجه حرارتی باید مقاومت کند؟
 • فاصله ارتباطی چقدر است؟
 • آیا در معرض فلزات یا مایعات قرار دارد؟
 • محیط (نویز الکتریکی و سایر دستگاههای رادیویی چگونه است؟).

• فرکانس عمل چه می‌باشد؟ (LF، HF، یا UHF؟)
 • استانداردها و پروتکل‌های ارتباطی پشتیبانی‌کننده چه می‌باشد؟ (EPC، ISO)
 • قوانین محلی (آمریکا، اروپا و آسیا).
 • آیا لازم است برچسب اطلاعات دیگری بیش از ID را ذخیره نماید؟

• جلوگیری از تداخل؛ چند برچسب در یک منطقه در یک زمان خوانده می‌شود و با چه سرعتی ما می‌خواهیم آنها را شناسایی کنیم؟
 • پشتیبانی خواننده - آیا دستگاههای خواننده توانایی خواندن این برچسب را دارند؟
 • آیا این برچسب امن می‌باشد و داده‌ها توسط کدگذاری حفظ می‌شوند؟

برچسب‌های فعال و غیر فعال

در شکل «۵» اولین تفاوت میان یک برچسب غیر فعال، نیمه فعال و فعال نشان داده شده است. برچسب‌های غیرفعال RFID از فاصله‌ای در حدود ۴ تا ۵ متر با استفاده از باند فرکانسی UHF قابل خواندن هستند؛ درحالی که برچسب‌های نیمه فعال تا فاصله‌ای حدود ۱۰۰ متر قابل خواندن هستند و برچسب‌های فعال حتی از کیلومترها قابل تشخیص و خواندن هستند. این تفاوت بسیار در ارتباط را می‌توان به صورت زیر شرح داد:

جدول ۴- مقایسه میان انواع مختلف برچسبهای RFID

نوع برچسب	فواید	معایب	نکات برجسته
غیر فعال	<ul style="list-style-type: none"> • عمر طولانی • محدوده وسیعی از فاکتورها • از نظر مکانیکی این برچسبها قابل انعطاف هستند. • هزینه پائین 	<ul style="list-style-type: none"> • فاصله به ۴-۵ متر محدود شده است. • قوانین موجود بسیار آن را محدود می‌کند. 	<ul style="list-style-type: none"> • کاربرد گسترده‌ای این نوع برچسبها دارد و به صورت LF و UHF و HF در صنعت به کار برده می‌شود.
نیمه فعال	<ul style="list-style-type: none"> • فاصله زیاد برای ایجاد ارتباط • می‌توانند دستگاههای دیگری مانند سنورها را مدیریت کنند. 	<ul style="list-style-type: none"> • به دلیل توان و باتری که مصرف می‌کند بسیار گرانقیمت هستند. • قابلیت اطمینان کمی دارند نمی‌توان تعیین کرد که باتری آنها در چه وضعیتی قرار دارد. 	<ul style="list-style-type: none"> • جهت ردیابی کالاهای گرانقیمت یا دستگاهها از این نوع برچسبها استفاده می‌شود و معمولاً در فرکانس UHF کار می‌کنند.
فعال	<ul style="list-style-type: none"> • در محدوده قوانین رادیویی که بر برچسبهای غیر فعال حاکم است قرار نمی‌گیرند. 	<ul style="list-style-type: none"> • امکان استفاده جامع آنها به دلیل استفاده از مواد شیمیایی سمی در باتری آنها وجود ندارد. 	<ul style="list-style-type: none"> • در لجستیک برای ردیابی کانتینرها استفاده می‌شود که بیشتر نوع آن UHF می‌باشد.

بوجود می‌آید استفاده کنند. در میدان دور از تکنیکی شبیه رادار و از میدان الکتریکی استفاده می‌شود. معمولاً میدانهای نزدیک برای باندهای فرکانسی LF و HF و میدان دور برای خواندن در باند فرکانس UHF و سیستمهای ماکروویو استفاده می‌شود. محدوده تئوریک استفاده از دو میدان بستگی به فرکانس استفاده شده دارد.

فرکانسی مانند LF یا ماکروویو بی‌مصرف باقی بمانند. در جدول (۴)، مقایسه‌ای میان برچسبهای فعال و غیرفعال صورت گرفته است.

چگونه برچسبها ارتباط برقرار می‌کنند؟

میدانهای نزدیک و دور

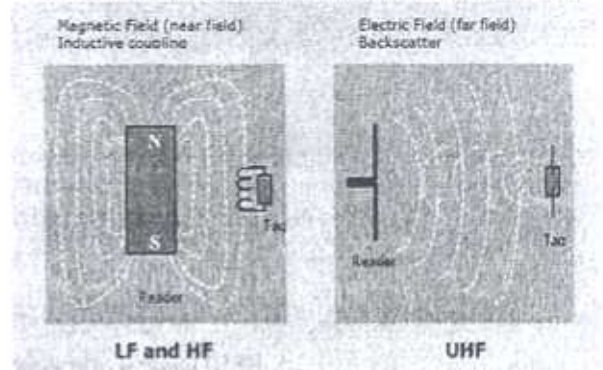
برای دریافت انرژی و ارتباط با برچسب خوان، برچسبهای غیرفعال به یکی از دو روش ذیل عمل می‌کنند: آنهایی که میدان نزدیک دارند ممکن است از یک میدان القایی که در پیرامون خواننده برچسب



Courtesy of CAMEYE

شکل ۷- دو مدل دستگاه خواننده RFID

Fig 7 Two different ways of Energy and information transfer between reader and tag



شکل ۸- تفاوت میان دور و نزدیک

برچسب خوان RFID؟

دستگاههای برچسب خوان یکی از عناصر کلیدی در هر سیستم RFID هستند و به همین خاطر

امکان به روز آوری نرم افزار دستگاه خواننده از طریق:

- اینترنت
- اتصال به سرور مرکزی

مدیریت چند آنتن

- معمولاً چهار آنتن به ازای هر دستگاه خواننده.
- چند آنتن، مالتی پلکس شده یا به هم متصل می گردند.

امکان تغییر شرایط آنتن

- تغییر دینامیک تنظیمات آنتن.
- امکان اتصال به Middleware ها.
- ورودی و خروجی دیجیتال جهت حسگرهای خارجی و مدارات کنترلی

دستگاههای خواننده دستی

این دستگاههای خواننده امکان خواندن برچسبها را به صورت دستی در شرایطی که برچسبها احتیاج به کنترل یا به روز شدن خارج از خط را دارند، می دهند. دستگاههای HF امروزه به تولید اتبوه رسیده اند و توسط شرکتهایی مانند PSION و TEKLOGIX تولید می شوند. ولی دستگاههای بانده فرکانسی UHF موجود مانند دستگاههای فوق هنوز تجاری نشده اند.



RFID enabled HF Hand Held reader - Courtesy of PSION TEKLOGIX

شکل ۸- یک مدل دستگاه خواننده RFID

چاپگرهای برچسب RFID

پرینترهای طراحی شده برای RFID به گونه ای

آنها بخشی از فرآیند ارزیابی یا انتخاب محصول هستند. تا به امروز دستگاههای خواننده برچسب فقط وظیفه محافظت و ثبت ورود و خروج را داشتند. در حال حاضر با تغییر عمده ای که بوجود آمده، امکان استفاده خاص در زنجیره تأمین و نیز زیرساختارهای EPC توسط این دستگاهها بوجود آمده است.

مهمترین موضوعات در دستگاههای خواننده به شرح زیر است:

- فرکانس فعالیت (HF یا UHF); بعضی از شرکتها دستگاههای خواننده حاوی فرکانسهای متعدد تولید می کنند.
- پروتکل سریع؛ امکان پشتیبانی از پروتکل های مختلف برچسبها (EPC, ISO و خاص). بیشتر شرکتها خواننده هایی با قابلیت پشتیبانی از چندین پروتکل را فراهم می سازند.

قوانین مختلف محلی

- فرکانس UHF سریع ۹۰۲ تا ۹۳۰ مگاهرتز در آمریکا و ۸۶۹ مگاهرتز در اروپا می باشد.
- قوانین منبع تغذیه: ۴ وات در آمریکا و ۵۰۰ میلی وات در اروپا.
- مدیریت فرکانس Hopping در آمریکا و Duty Cycle در اروپا.

قابلیت اتصال به شبکه

- TCP/IP
- Wireless LAN (802.11)
- Ethernet LAN (10BaseT)
- RS 458

امکان استفاده چند دستگاه خواننده با یکدیگر

- از طریق concentrators
- از طریق middleware^۸

مهندسی مکانیک دانشگاه MIT برای اولین بار EPC بوجود آمد. پتانسیل موجود در برچسبهای RFID قبلاً معرفی شده بود و آنچه که مانع از تغییر زنجیره تأمین می‌شد، هزینه برچسبهای RFID بود. به همین خاطر AUTO-ID متوجه شد برای اینکه این برچسبها ارزان قیمت شوند، لازم است تا آنجایی که امکان‌پذیر است باید ساده شده و فقط به عنوان یک اشاره گر به اطلاعات موجود در سرور اطلاعاتی اشاره کنند.

این ایده ایجاد EPC باعث شد که اطلاعات خیلی سریع و دقیق در هر جای زنجیره تأمین قابل دسترسی باشد. اگر چه هدف اولیه این نبود که RFID جایگزین بارکد شود، اما در عمل روند کار به این سمت پیشرفت نمود.

مرکز AUTO-ID در سال ۲۰۰۳ بسته شد و مرکز کامل‌تردیگری براساس نتایج فناوری این مرکز به نام EPCglobal بوجود آمد که در حال حاضر به توسعه استانداردهای EPC مشغول می‌باشد.

ساختار EPC:

این کد مانند کد جهانی کالا (UPC) است که در بارکدها استفاده می‌شود. بازه‌های آن از ۶۴ بیت تا ۲۵۶ بیت با ۴ فیلد مختلف است (شکل ۱۰). آنچه که EPC را از بارکد جدا می‌کند تخصیص یک شماره سریال اختصاصی به هر محصول می‌باشد. شماره موردنظر این امکان را می‌دهد تا بتوان محصول را در میدان زنجیره تأمین دنبال کرد.

Fig 10. Layout of an EPC which is 96 bits in length



شکل ۱۰- ساختار کد EPC

قسمت عنوان، دارای ۸ بیت می‌باشد که طول کد را مشخص می‌نماید. در مثال بالا «۰۱» نشان دهنده EPC نوع یک است که طول آن ۹۶ بیت می‌باشد. همان‌طور که

طراحی شده‌اند که بتوان برچسبها را در حین اینکه بارکد روی آنها چاپ می‌شود برنامه‌ریزی کرد. این چاپگرها دارای دستگاههای خواننده UHF یا HF هستند که قابلیت اجرای عملیات پایه یعنی کنترل کردن برچسبها را دارند. چاپگرهایی مانند PRINTRONIX دارای قابلیت چاپ و برنامه‌ریزی ۱/۵ برچسب در هر دقیقه هستند.

مثالهایی از حالت‌های مختلف برچسبها که تاکنون بکار گرفته شده‌اند

- کارت اعتباری.
- سکه‌ها و دکمه‌ها.
- برچسبهای اضافه شده که در داخل مواد پلاستیکی تزریق می‌شوند.
- برچسبهای مچی.
- برچسبهای سخت با روکش Epoxy.
- برچسبهای طراحی شده برای پالتها.
- برچسبهای کاغذی.

EPC - کد الکترونیکی محصول:

در قلب فناوری RFID آنچه که باعث بهبود زنجیره تأمین و کاهش هزینه‌های عملیاتی می‌شود، کد الکترونیکی محصولات یا EPC می‌باشد.



شکل ۹- یک نمونه چاپگر RFID

منشاء EPC:

در اکتبر ۱۹۹۹ در مرکز AUTO-ID در دانشکده