شماره سیزدهم - پاییز ۹۵

مجله تخصصی مهندسی برق و کامپیوتر



فصلنامه تخصصی مهندسی برق و کامپیوتر

- ابررسانا
- سیلیکون فوتونی
- همه چیز درباره رباتیک
- آشنایی با خودروهای الکتریکی
- ترانزیستورهای اثر میدانی مولکولی
- آشنایی با برخی حروف اختصاری و استانداردهای برق
- ارتباط PLC و کنترلر دما سری DTC از طریق شبکه مدباس

ISSN : 2322-3723
شماره مجوز وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی:۷۷۸۲۱

فهرست

درباره کهربا ۱
پیشگفتار ۲
آشنایی با مشاهیر ۳
آشنایی با خودروهای الکتریکی ۵
ابررسانا ۹
سیلیکون فوتونی ۲۰
ترانزیستورهای اثر میدانی مولکولی ۳۰
همه چیز درباره رباتیک ۳۷
ارتباط PLC و کنترلر دما سری DTC از طریق شبکه مدباس ۴۵
آشنایی با برخی حروف اختصاری و استانداردهای برق ۴۸
سخن پایانی ۵۱

درباره کهربا

مجله الکترونیکی کهربا در سال ۹۰ با همت و تلاش جمعی از اعضای تالار مهندسی برق انجمن علمی آموزشی نواندیشان (www.noandishaan.com/forums) در زمینه‌های تخصصی مهندسی برق شروع به کار کرد. در سال ۹۱ این مجله موفق به ثبت در سازمان اسناد و کتابخانه ملی ایران و همچنین دریافت شماره استاندارد بین‌المللی پیایندها (شاپا) ISSN: ۲۳۲۲-۳۷۲۳ به عنوان فصلنامه‌ای رسمی و تخصصی مهندسی برق گردید. در ۹۳ با توجه به نزدیکی دو رشته مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر برای بالاتر بردن سطح کیفی مجله و همچنین گسترش دامنه‌ی مطالب آن، تصمیم به انتشار مجله به صورت تخصصی در حوزه مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر گرفته شد. در سال ۹۵ نیز نشریه تخصصی کهربا موفق به دریافت پروانه انتشار با شماره ثبت ۷۷۸۲۱ از وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی گردید. همچنین در ادامه همین سال این مجله در بانک اطلاعات نشریات کشور (magiran.com) به ثبت رسید.

امید است با همیاری و همکاری اساتید، دانشجویان و متخصصان این حوزه بتوانیم قدمی هر چند کوچک در افزایش دانش و آگاهی در زمینه‌های تخصصی مهندسی برق و کامپیوتر و همچنین جلب رضایت شما مخاطبان عزیز داشته باشیم.

ایمیل مجله (kahroba@noandishaan.com) به‌عنوان پل ارتباطی ما با شما دوستان آماده دریافت انتقادات، پیشنهادات و مقالات شما می باشد.

پیشگفتار

سلام خدمت همه‌ی مخاطبان عزیز

با شماره سیزدهم مجله تخصصی کهربا در خدمت شما هستیم. در این شماره سعی شد با اضافه کردن بخش‌هایی برای معرفی کتاب، قرار دادن بعضی خلاصه‌ی خبرها یا تازه‌های دنیای برق و کامپیوتر و همچنین گذاشتن بعضی مطالب عمومی‌تر تا حدودی از یکنواختی مجله کاسته شود. تغییرات و اصلاحات دیگری هم در این شماره به کمک همکارانم انجام دادیم که حتما با مطالعه و بررسی مطالب و صفحات مجله متوجه آنها خواهید شد.

از تمام دوستان و همراهانی که با ارسال مطالب، انتقادات و پیشنهادات خوب خودشان به بهتر شدن این شماره از مجله کمک کردند، تشکر می‌کنم. امیدوارم همچنان این همکاری‌ها ادامه داشته باشد و بتوانیم در شماره‌های بعدی مجلات با کیفیت بیشتر و مطالب متنوع‌تری منتشر کنیم. همچنین جا دارد از تمام همکارانم که در این شماره زحمات زیادی برای انتشار مجله کشیده‌اند، تشکر کنم.

در پایان شما را به مطالعه‌ی شماره‌ی سیزدهم مجله تخصصی کهربا دعوت می‌کنم، امیدوارم مورد توجه‌ی شما دوستان عزیز قرار بگیرد.

با تشکر

سردبیر مجله کهربا

لینوس بندیکت تورووالدز یک مهندس نرم افزار فنلاندی است. کسی که خالق و برای مدتی طولانی توسعه‌دهنده‌ی اصلی هسته‌ی لینوکس (Linux Kernel) بود. این هسته در ادامه هسته‌ی سیستم عامل‌هایی مثل سیستم عامل لینوکس، اندروید و سیستم عامل کروم شد. او همچنین نرم افزار Git که یک سیستم کنترل ورژن (مانند TortoiseSVN که برای ویندوز نیز قابل استفاده است.) برای توانایی دنبال کردن تغییرات فایل‌های کامپیوتری و ایجاد هماهنگی در کار گروهی روی آنها می‌باشد، به‌وجود آورد. این نرم افزار در ابتدا با هدف استفاده در توسعه هسته‌ی لینوکس توسط لینوس تورووالدز نوشته شد، اما برای ثبت تغییرات هر نوع فایلی می توان از آن استفاده کرد.

بیوگرافی

لینوس تورووالدز در ۲۸ دسامبر ۱۹۶۹ در خانواده‌ای فنلاندی-سوئدی چشم به جهان گشود. پدرش نیلز تورووالدز خبرنگار رادیو و تلویزیون و مادرش آنا خبرنگار خبرگزاری فنلاند است. نام تورووالدز برگرفته از لینوس پاولینگ، برنده آمریکایی جایزه نوبل شیمی، به نام لینوس نام‌گذاری شد. همچنین در کتاب کد یاغی: لینوکس و انقلاب متن باز، تورووالدز نقل قول می‌کند که «من فکر می‌کنم که براساس شخصیت کارتونی لینوس در کارتون پینوتس نامگذاری شدم». تروالدز از سال ۱۹۸۸ تا سال ۱۹۹۶ در دانشگاه هلسینکی در مقاطع لیسانس و فوق لیسانس از رشته علوم کامپیوتر در گروه تحقیقاتی NODES بود. تحصیلات آکادمیک او بعد از اولین سال از که به ارتش فنلاند پیوست متوقف شد.



او به عنوان افسر برنامه‌های آموزشی به مدت ۱۱ ماه در خدمت آموزش اجباری ارتش فنلاند خدمت کرد. در ارتش او مقام ستوان دوم را در نقش رئیس پرتاب گلوله داشت. در سال ۱۹۹۰ مطالعات دانشگاهیش را دوباره ادامه داد و برای اولین بار یونیکس را در قالب یک میکرو ویکس که التراایکس را اجرا می‌کرد منتشر کرد. عنوان مقاله‌ی فوق لیسانس او لینوکس: یک سیستم‌عامل قابل حمل (Portable) بود.

آشنایی با

لینوس تورووالدز

Linus Torvalds

تولد لینوکس

علاقه توروالدز به کامپیوترها با یک کمودور VIC-20 که متعلق به پدربزرگ او بود، شروع شد. خیلی زود او از تعداد کم برنامه‌های آن خسته شد و شروع به ایجاد برنامه‌های جدید کرد. در ابتدا از زبان بیسیک استفاده می‌کرد، اما بعد از آن از زبان سخت‌تر و قوی‌تر اسمبلی استفاده کرد. در سال ۱۹۸۷ اولین کامپیوتر خود که یک Sinclair QL بود، با استفاده از پس‌اندازهای خود خرید. تغییرات زیادی روی QL بخصوص در سیستم عامل آن انجام داد. به علت آنکه گرفتن نرم افزار برای این کامپیوتر در فنلاند خیلی سخت بود، یک زبان اسمبلی، یک ویرایشگر متن برای QL و همچنین یک تعداد کمی بازی نوشت. او به عنوان نویسنده یک ماشین Pac-Man که Cool Man نامیده شد شناخته شده‌است. در پنجم ژانویه سال ۱۹۹۱ یک کامپیوتر IBM مبتنی بر اینتل ۸۰۳۸۶ خرید. با وجود سخت افزار جذاب آن، سیستم عامل MS-DOS روی آن توروالدز را ناامید کرد. سیستم عاملی که به اندازه کافی توانایی استفاده از قابلیت‌های بسیار بهبود یافته تراشه‌های ۳۸۶ را نداشت. بنابراین او ترجیح می‌داد از سیستم عامل قدرتمندتر و پایدار یونیکس که روی کامپیوترهای دانشگاه به آن عادت کرده بود استفاده کند. در نتیجه او برای بدست آوردن نسخه یونیکس برای کامپیوتر خود تلاش می‌کند، اما حتی یک سیستم پایه زیر ۵۰۰۰ دلار پیدا نمی‌کند. او همچنین MINIX (کپی کوچکی از یونیکس) در نظر گرفت، ولی با وجود قدرتمند بودن نسبت به MS-DOS و طراحی برای اجرای روی پردازنده‌های X۸۶ اینتل دارای چند عیب اساسی بود. از جمله تمامی سورس کدها عمومی نبود، فاقد بعضی ویژگی‌ها و کارایی یونیکس بود و همچنین هزینه آن ناچیز نبود. در نتیجه توروالدز تصمیم به ایجاد یک سیستم عامل جدید بر اساس یونیکس و MINIX گرفت. همچنین برای تمرکز بیشتر روی این پروژه از دانشگاه مرخصی گرفت.در آغاز توروالدز خواست که هسته‌ای که خود توسعه داده بود، فریکس (ترکیب Free، Freak و MINIX) نام‌گذاری کند، اما دوست او Ari Lemmke که مدیریت FTP سرور را در جایی که هسته برای اولین بار به منظور دانلود میزبانی شده بود بر عهده داشت، پوشه‌ی توروالدز را لینوکس نام‌گذاری کرد.

توروالدز با تویی مونی ازدواج کرد و سه دختر دارند: پاتریشا، دانیلا و کلستی.

منابع:

[۱] https://fa.wikipedia.org/wiki/لینوس_توروالدز

[۲] http://www.linfo.org/linus.html

[۳] https://en.wikipedia.org/wiki/Linus_Torvalds

گردآورنده: ایمان انصاری

کارشناسی ارشد برق-الکترونیک

آشنایی با خودروهای الکتریکی

مقدمه

مصرف بالای سوخت توسط وسایل نقلیه موتوری در سطح جهان با توجه به کاهش منابع سوخت فسیلی و آلایندگی زیاد محیط زیست توسط این مصرف کنندگان، موجب توجه روز افزون به استفاده از تجهیزات استفاده کننده از سایر منابع انرژی شده است. این موضوع در برخی کشورهای توسعه یافته که منابع سوخت فسیلی چندانی ندارند، به‌مراتب جدی‌تر است. یکی از مناسب‌ترین روش‌ها جهت دستیابی به این هدف، در کنار روش‌هایی نظیر استفاده از هیدروژن و پیل‌های سوختی، استفاده از وسایل نقلیه موتوری است که نیروی محرکه‌ی آن‌ها از انرژی الکتریکی شبکه یا باتری تأمین می‌شود [۱]. خودروهای الکتریکی (EVs) از باتری و موتور الکتریکی به‌عنوان منبع توان استفاده می‌کنند و دارای موتور احتراق داخلی (ICE) نیستند. در این خودروها باتری توسط یک منبع توان خارجی و یا از طریق انرژی بازگشتی ترمز، شارژ مجدد می‌شود. خودروهای الکتریکی یک حمل و نقل بدون انتشار محلی گازها از لوله اگزوز و با آلودگی صوتی کمتری را ارائه می‌دهند [۱]. از میان خودروهای الکتریکی، خودروهای الکتریکی هیبریدی قابل اتصال به شبکه(PHEV) می‌توانند به‌عنوان منبع توان، در مواقع نیاز توان خود را به شبکه تحویل داده و در کنترل ولتاژ، فرکانس، پایداری و قابلیت اطمینان شبکه نقش قابل توجهی را ایفا کنند.



انواع خودروهای برقی

به طورکلی خودروهای برقی به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

- خودروهای الکتریکی (EV)
- خودروهای الکتریکی هیبریدی (HEV)
- خودروهای الکتریکی هیبریدی قابل اتصال به شبکه (PHEV)

خودروهای الکتریکی

این خودروها دارای موتور الکتریکی به همراه باتری‌هایی برای تأمین انرژی الکتریکی هستند. از انرژی باتری‌ها هم به‌عنوان نیروی محرکه موتور الکتریکی خودرو و هم برای تأمین انرژی لازم برای سایر تجهیزات همچون روشنایی، گرما و ... استفاده می‌شود. مزایای اصلی این خودروها عبارت‌اند از:

- کاملاً عاری از آلایندگی گازهای گلخانه‌ای هستند.
- سر و صدای بسیار کم تولید می‌کنند.
- راندمان بسیار بالاتر از موتورهای احتراق داخلی دارند.
- قیمت موتورهای الکتریکی آن‌ها کم است.

عیب اصلی این خودروها، وابستگی کامل به باتری (که فنّاوری آن هنوز به ظرفیت و چگالی انرژی قابل مقایسه با سوخت‌های فسیلی نرسیده است) می‌باشد[۲].

خودروهای الکتریکی هیبریدی

خودروی هیبریدی(HV)، خودرویی است که حداقل از دو منبع انرژی برای حرکت بهره می‌گیرد. به‌عنوان مثال یک موتور احتراق داخلی، به همراه یک سلول هیدروژنی و یا یک سلول فسیلی به همراه موتور الکتریکی. به خودروهایی که از ICE و موتور الکتریکی با باتری کافی استفاده می‌کنند، خودروهای الکتریکی هیبریدی (HEV) می‌گویند. خودروهای الکتریکی هیبریدی، یک نوع تعمیم‌یافته EV هستند

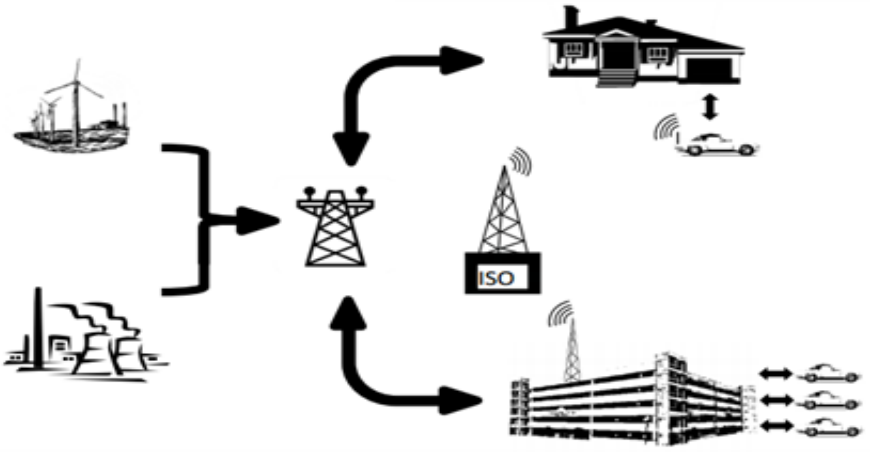
که معایب خودروهای ICE و EV تا حدود زیادی در آن‌ها برطرف شده است [۳]. از مزایای مهم این خودروها نسبت به خودروهای ICE، کارکرد مناسب در دور و بار ثابت بوده و به‌اصطلاح در نقطه بهینه خود، کار می‌کنند. این امر باعث بالا رفتن بازده موتور، کاهش آلودگی و پایین آمدن مصرف سوخت می‌گردد. علاوه بر آن به هنگام ترمز گیری و یا شتاب منفی، انرژی به‌صورت الکتریکی در باتری‌ها ذخیره می‌شود. این کار باعث کارکرد کمتر موتور احتراقی شده و درنتیجه منجر به کاهش آلودگی و پایین آمدن مصرف سوخت می‌گردد. مزیت دیگر این خودروها نسبت به EV، قابلیت پیمودن مسیرهای طولانی در هر بار شارژ کردن باتری می‌باشد [۳]. نمونه‌ای از خودروهای HEV، تویوتا Prius، هوندا Insight و هوندا Civic می‌باشند که دارای نیروی محرکه مکانیکی بیشتری نسبت به نیروی محرکه الکتریکی هستند.

خودروهای الکتریکی هیبریدی قابل اتصال به شبکه

یک خودروی الکتریکی هیبریدی پلاگین (با قابلیت اتصال به شبکه) دارای موتور احتراق داخلی و یک موتور الکتریکی است که رانندگی برای مسافت‌های طولانی، مصرف سوخت نسبتاً کم و انتشار کم گاز دی‌اکسید کربن را فراهم می‌کند. این خودروها از باتری‌های قابل شارژ استفاده می‌کنند که قابلیت شارژ با اتصال به یک منبع قدرت خارجی را دارند. به‌علاوه، همان‌گونه که باتری خودرو با سامانه‌های ذخیره‌ساز انرژی از شبکه شارژ می‌شوند، می‌توانند در مواقعی که نیاز است، این انرژی را به شبکه بفروشند و برای مصرف‌کننده درآمدزایی کنند. به خودروهای الکتریکی هیبریدی قابل اتصال به شبکه، اختصاراً PHEV می‌گویند. PHEV می‌تواند HEV ای باشد که دارای سیستم ذخیره باتری با ظرفیت بیشتر، جهت حرکت و مصارف خودرو و یک باتری شارژر جهت شارژ سیستم باتری از پریزهای خانگی باشد و توانایی حرکت در مسافت‌های طولانی، تنها با مصرف انرژی الکتریکی را داشته باشد [۴]. این خودروها که به خودروهای V۲G نیز معروف هستند، جهت کاربردهای انرژی پراکنده می‌تواند تنظیم ولتاژ و فرکانس، ذخیره انرژی و مدیریت سمت تقاضای الکتریکی را محقق سازد [۵].

فناوری خودرو به شبکه (V۲G)

خودروهای برقی (EV) و خودروهای هیبریدی پلاگین (PHEV) نمونه بارز فنّاوری خودروهای متصل به شبکه (V۲G) هستند. به‌عنوان مثال خودروهای معمولی که در طول شبانه‌روز به مدت پانزده ساعت در پارکینگ پارک می‌شوند، می‌توانند به‌عنوان یک منبع تولید نیرو باشند.



شکل ۱: فناوری خودرو به شبکه (V2G)

هدف اصلی فنّاوری V۲G این است که از آن به‌عنوان یک واحد تولید نیرو استفاده شود [۵]. این خودرو قادر خواهد بود در مواقعی که در حالت پارک یا متصل (پلاگین) قرار دارد، توان اضافی خود را به شبکه تحویل بدهد. به همین منظور، EV و PHEV باید توسط پک باتری به یک مبدل دو طرفه متصل باشد. به کمک این مبدل دو طرفه، به دو شیوه انتقال توان قابل انجام است: انتقال توان از شبکه به خودرو و بالعکس از خودرو به شبکه. برای ذخیره بیشتر انرژی، پک باتری خودرو می‌تواند در طول شب شارژ شده و در زمان نیاز انرژی آن مصرف شود. شکل ۱ به‌طور کامل مفهوم ساختار V۲G را نشان می‌دهد [۵]. خودروهای هیبریدی پلاگین قادر خواهند بود تا به برق خانگی متصل شده و برای اجرای عملیات V۲G مفید واقع شوند.

منابع و مراجع

[۱] J. M. Miller, «Hybrid electric vehicle propulsion system architectures of the e-CVT type», Power Electronics, IEEE Transactions on, vol. ۲۱, pp. ۲۰۰۶ ,۷۶۷-۷۵۶.

[۲]http://insideevs.com/analysis-of-advantages-and-disadvantages-of-battery-electric-and-fuel-cell-vehicles.

[۳] G. Maggetto and J. Van Mierlo, «Electric and electric hybrid vehicle technology: a survey», in Electric, Hybrid and Fuel Cell Vehicles (Ref. No. ۰۵۰/۲۰۰۰), IEE Seminar, ۲۰۰۰, pp. ۱.

[۴] A. Emadi, L. Young Joo, and K. Rajashekara, «Power Electronics and Motor Drives in Electric, Hybrid Electric, and Plug-In Hybrid Electric Vehicles», Industrial Electronics, IEEE Transactions on, vol. ۵۵, pp. ۲۰۰۸ ,۲۲۴۵-۲۲۳۷.

[۵] W. Kempton and J. Tomi´c, «Vehicle-to-grid power fundamentals: Calculating capacity and net revenue», Journal of Power Sources, vol. ۱۴۴, pp. ۲۰۰۵ ,۲۷۹-۲۶۸.

محمد جهانی

کارشناس ارشد برق - قدرت

ابررسانا



مقدمه

در سال ۱۹۱۱ کامرلینگ اونس هنگام کار کردن در آزمایشگاه دمای پایین خود کشف کرد که در دمای چند درجه بالای صفر مطلق (۴/۲ k) جریان الکتریسیته می‌تواند بدون هیچ اتلاف اختلاف پتانسیل در فلز جیوه جریان پیدا کند. او این واقعه منحصر به فرد را ابررسانایی نامید. کامرینگ در سخنرانی نوبل سال ۱۹۱۳ گزارش داد که حالت ابررسانایی می‌تواند به وسیله اعمال میدان مغناطیسی به اندازه کافی بزرگ از بین رود.

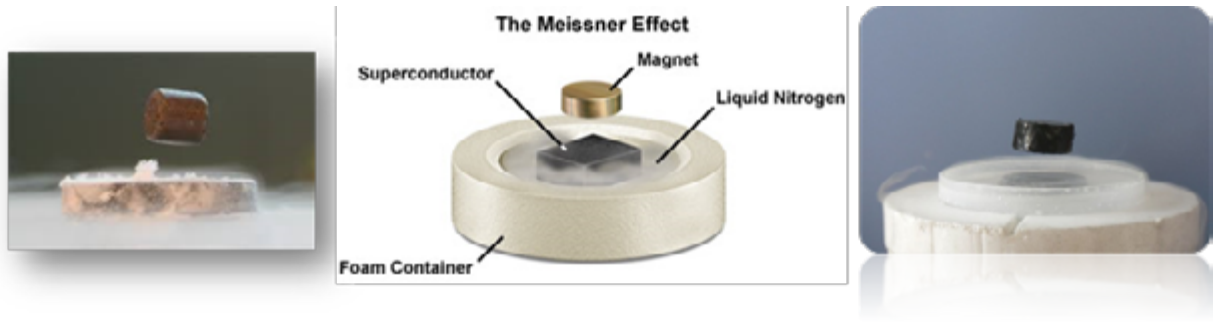
هیچ نظریه‌ای برای ابررسانایی در طول پنجاه و شش سال بعد از کشف ارائه نگردید. تا وقتی که در ۱۹۵۷ در دانشگاه الینویس سه فیزیکدان به نام‌های **Leon Cooper** ، **John Bardeen** و **Robert Schrieffer** نظریه‌ی میکروسکوپی خود ارائه کردند که بعد با نام تئوری **BCS** (حروف ابتدایی نام محققان) شناخته شد. سومین رخداد مهم در تاریخ ابررسانایی در سال ۱۹۸۶ اتفاق افتاد، وقتی که **George Bednorz** و **Alex Mueller** در حال کار کردن در آزمایشگاه **IBM** نزدیک شهر زوریخ سوئیس، یک کشف مهم دیگر کردند: ابررسانایی در دماهای بالاتر از دماهایی که قبلا برای ابررسانایی شناخته شده بودند در فلزاتی کاملا متفاوت از آنچه قبلا فلز ابررسانا شناخته می‌شود. این کشف باعث ایجاد زمینه‌ی جدیدی در علم فیزیک شد: مطالعه ابررسانایی دمای بالا.



آشنایی با ابررسانا

در حالت ابررسانایی مقاومت الکتریکی ماده صفر می‌شود و ماده خاصیت دیامغناطیس کامل پیدا می‌کند، یعنی میدان مغناطیسی را از درون خود طرد می‌کند. طرد میدان مغناطیسی تنها تفاوت اصلی ابررسانا با رسانای کامل است. زیرا در رسانای کامل انتظار می‌رود میدان مغناطیسی ثابت بماند، در حالی که در ابررسانا میدان مغناطیسی همواره صفراست.

در شکل زیر معلق ماندن آهنربا بالای یک ابر رسانای دمای بالا که توسط نیتروژن مایع سرد شده را مشاهده می‌کنید.

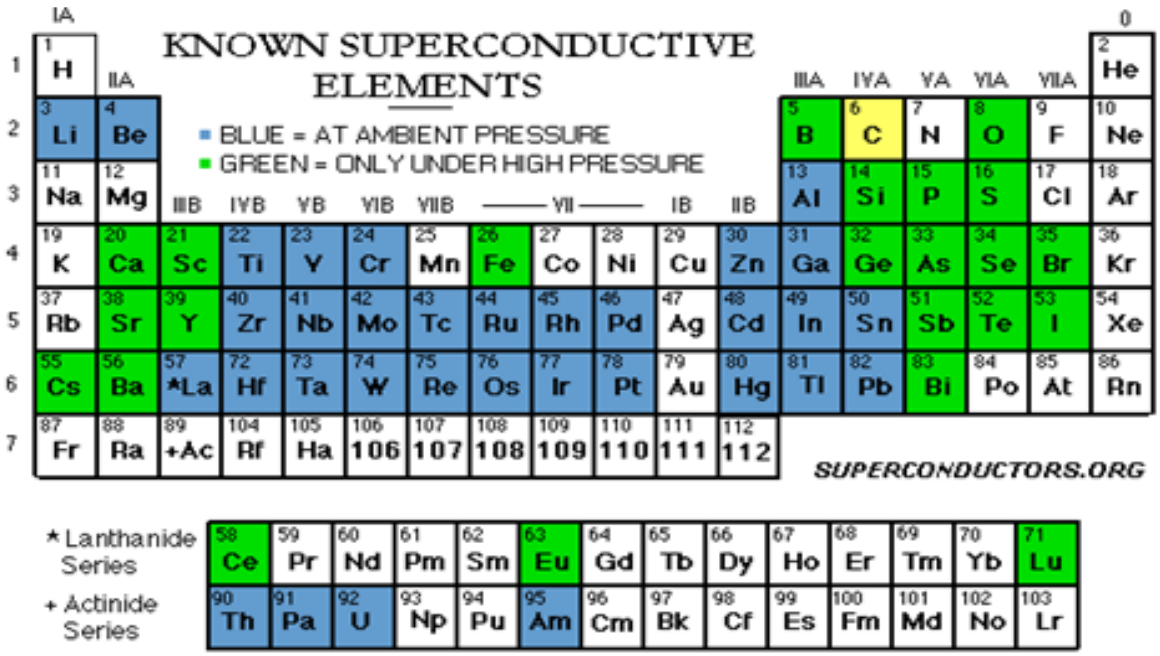


اما اکنون این سوال مطرح می‌شود که ابررسانا را باید تا چه میزان سرد نمود؟ پاسخ به این پرسش این می‌باشد که بعضی سرامیک‌های اکسید مس در دمای زیر ۷۷ درجه کلوین (۲۰۰- درجه سانتی‌گراد) ابررسانا می‌شوند. بعضی فلزات خاص مانند قلع و جیوه نیز در دمای زیر ۴ درجه کلوین (۲۷۰- درجه سانتی گراد) حالت ابررسانایی پیدا می‌کنند.

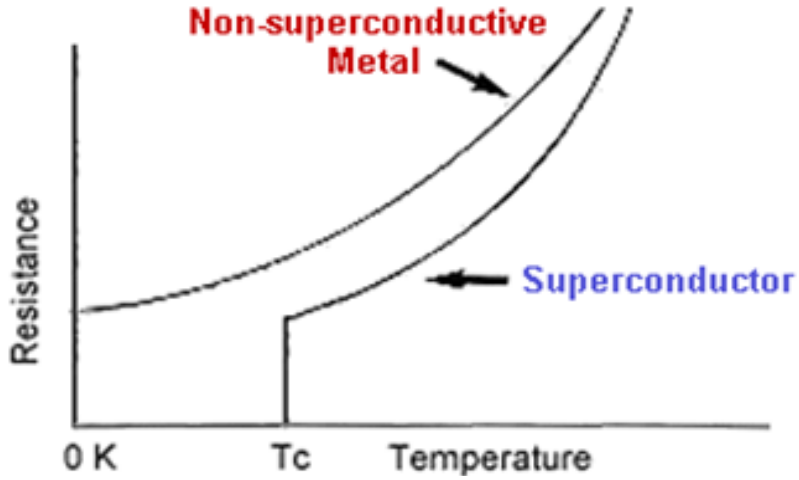
به دمایی که در آن جسم حالت ابررسانایی پیدا می‌کند دمای بحرانی می‌گویند. این دما برای بعضی از کریستال‌ها

Formula	Notation	T_c (K)	No. of Cu-O planes in unit cell	Crystal structure
$YBa_2Cu_3O_7$	123	92	2	Orthorhombic
$Bi_2Sr_2CuO_6$	Bi-2201	20	1	Tetragonal
$Bi_2Sr_2CaCu_2O_8$	Bi-2212	85	2	Tetragonal
$Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_6$	Bi-2223	110	3	Tetragonal
$Tl_2Ba_2CuO_6$	Tl-2201	80	1	Tetragonal
$Tl_2Ba_2CaCu_2O_8$	Tl-2212	108	2	Tetragonal
$Tl_2Ba_2Ca_2Cu_3O_{10}$	Tl-2223	125	3	Tetragonal
$TlBa_2Ca_3Cu_4O_{11}$	Tl-1234	122	4	Tetragonal
$HgBa_2CuO_4$	Hg-1201	94	1	Tetragonal
$HgBa_2CaCu_2O_6$	Hg-1212	128	2	Tetragonal
$HgBa_2Ca_2Cu_3O_8$	Hg-1223	134	3	Tetragonal

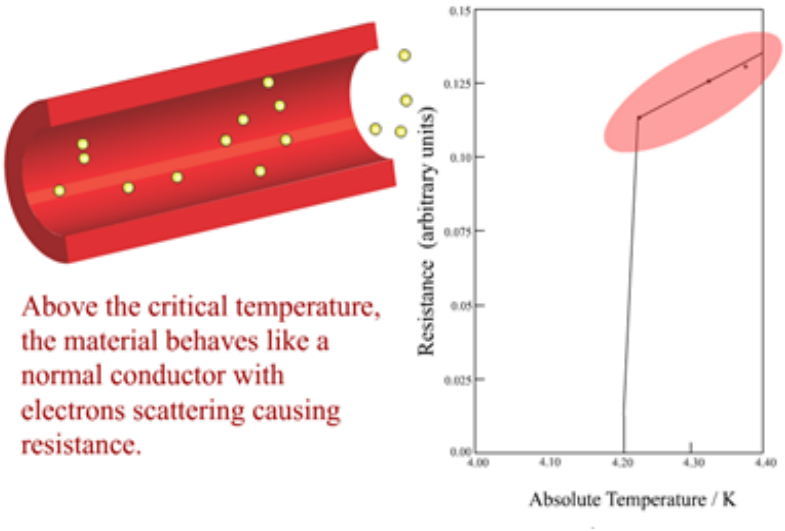
در شکل زیر عناصری که قابلیت پیدا کردن حالت ابررسانایی را دارند را مشاهده می‌کنید:



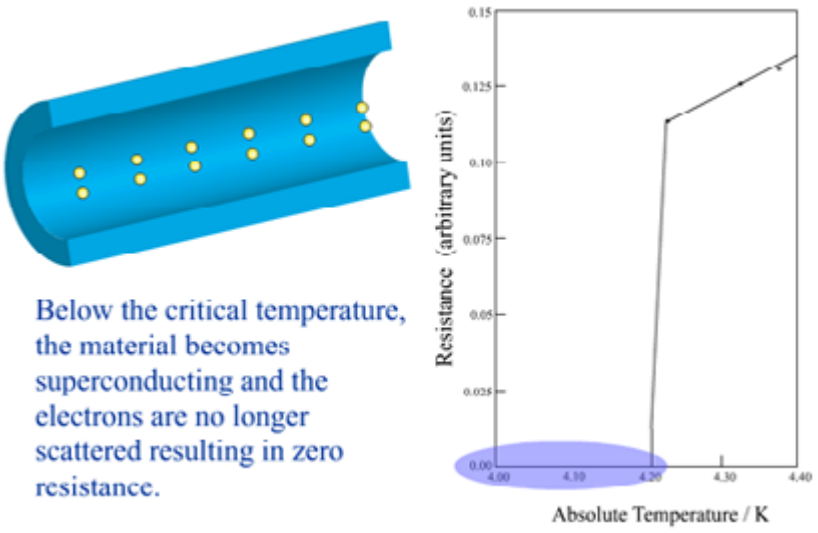
بی شک یکی از مهمترین پارامترهای مورد بررسی در ابررساناها مقاومت الکتریکی است. مقدار مقاومت وابسته به دما می‌باشد. شکل زیر نحوه تغییر مقاومت ویژه ابررسانا و فلزات را بر اساس تغییر دما مشخص می‌کند.



این تغییر نسبت به دما به خاطر نحوه حرکت الکترون‌های درون ابررسانا می‌باشد. در ابررساناها در دمای قبل از دمای بحرانی حرکت الکترون‌ها نامنظم می‌باشد.

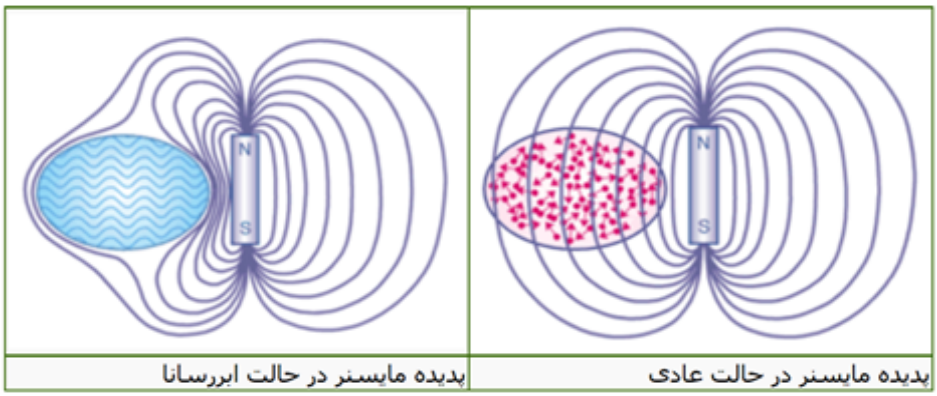


ولی با رسیدن به دمای بحرانی حرکت الکترون‌ها یکنواخت و جهت‌دار می‌شود. در این حال الکترون‌ها به یک دیگر برخوردی ندارند .



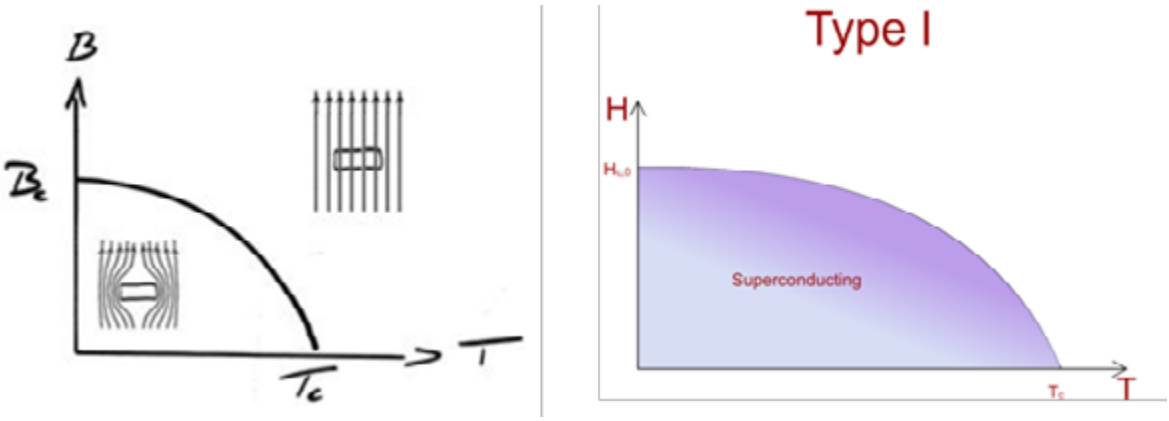
رفتار ابر رسانا در حضور میدان مغناطیسی

زمانی که یک ابررسانا در یک میدان مغناطیسی ضعیف خارجی قرار می‌گیرد. میدان فقط به مقدار ناچیز λ در داخل ابررسانا نفوذ کند که با گذشت زمان این مقدار به صفر می‌رسد، به این پدیده اثر مایسنر می‌گویند.



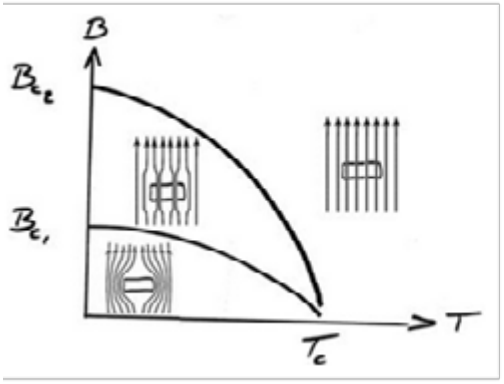
پدیده مایسنر در حالت ابررسانا | پدیده مایسنر در حالت عادی

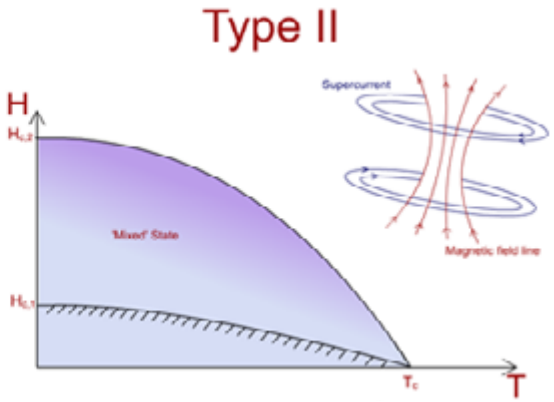
اگر میدان مغناطیسی خیلی قوی باشد، اثر مایسنر از بین می‌رود. همین پدیده ابررساناها را به دو نوع تقسیم می‌کند. در ابررساناهای نوع ۱ (Type I) اگر میدان مغناطیسی از یک حد آستانه (Hc) بیشتر شود، ابرسانایی ناگهان از بین می‌رود. بسته به شکل هندسی نمونه، ممکن است حالت‌های میانی‌ای هم ایجاد شوند که در آن ناحیه‌های عادی (که در آن‌ها میدان وجود دارد) و ناحیه‌های ابرسانا (که میدان درون‌شان صفر است) هم‌زمان وجود داشته باشند.



در ابررساناهای نوع ۲ (Type II) اگر میدان مغناطیسی از حد Hc۱ بیشتر شود، حالت مخلوطی ایجاد می‌شود که در آن شار مغناطیسی روبه‌افزایشی از ماده می‌گذرد، ولی مقاومت ماده، اگر جریان خیلی زیاد نباشد، همچنان صفر باقی می‌ماند. در حد دوم از میدان مغناطیسی Hc۲ابررسانایی از بین می‌رود.

بیشتر ابررساناهایی که عنصر ساده هستند (به جز نیوبیوم، تکنسیوم، وانادیوم و نانولوله‌های کربنی) نوع ۱ هستند، و تقریباً همه ابررساناهای ناخالص و ترکیبی نوع ۲ هستند.





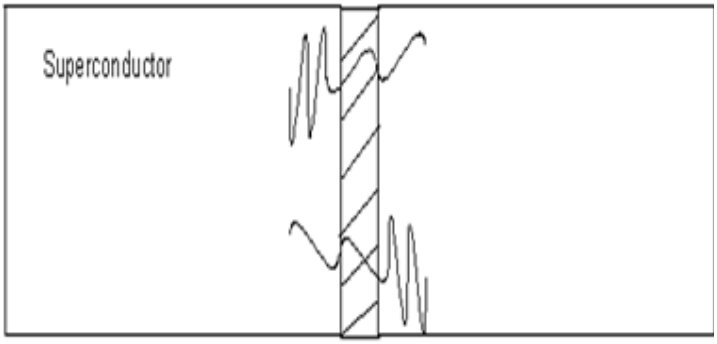
خاصیت تونل زنی ابررسانا

این مشخصه به این معنی است که اگر دو ابررسانا را خیلی به هم نزدیک کنیم، مقداری از جریان یکی به دیگری نشت می‌کند. در دو سر این پیوندگاه یا تونل هیچ ولتاژی وجود ندارد. یعنی میزان جریان نشتی به ولتاژ بستگی ندارد، ولی به میدان مغناطیسی و تابش مغناطیسی حتی در مقادیر خیلی کوچک بشدت وابسته است.

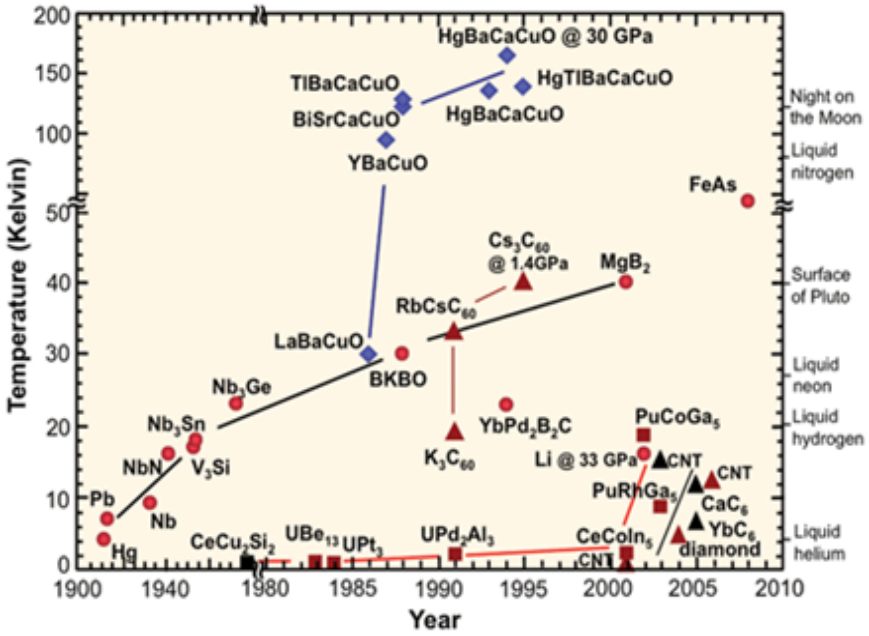
اثر جوزفسون



عملکرد ابررسانا در تونل زنی تا حدودی شبیه دیودهای نیمه‌هادی است که به جای اتصال دو نوع نیمه‌هادی نوع n و p به یکدیگر، دو ابررسانا با لایه بسیار نازکی از عایق اتصال داده می‌شوند. اتصال جوزفسون کاربردهای زیادی در تکنولوژی ساخت دستگاه‌های اندازه‌گیری دارد. اتصال جوزفسون، نوعی کلیدزنی بسیار سریع است و کلیدزنی ولتاژ را تقریبا ده برابر سریع‌تر از مدارهای نیمه رسانای متداول انجام می‌دهد که مزیتی ممتاز برای استفاده در کامپیوترها می‌باشد.



مهمترین چالش به کار بردن ابررسانا بحث دمای کارکرد آن می‌باشد برای همین در طی سال‌ها دانشمندان دنبال مواد ابررسانایی هستند که از نظر اقتصادی به صرفه‌تر و دمای کارکرد آن به دمای محیط نزدیک‌تر باشد.



کاربردهای ابررسانا

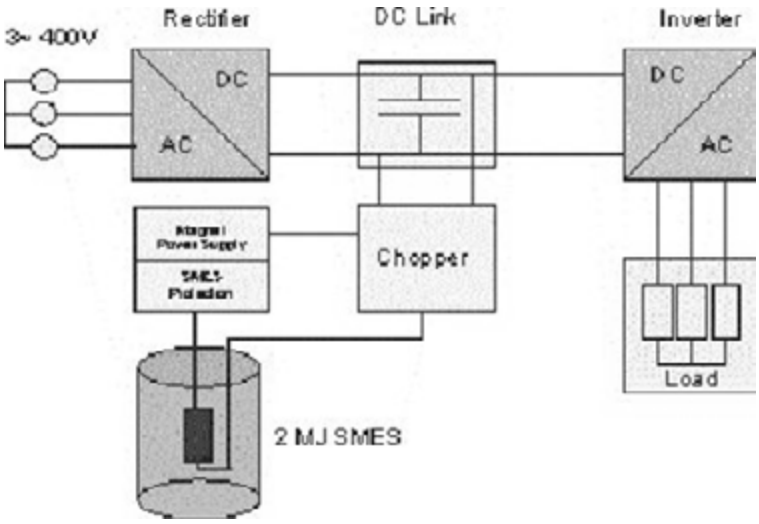
امروزه با توجه به خصوصیت‌های الکتریکی و مغناطیسی ابررساناها، تجهیزات مختلفی ساخته شده و پروژه‌های متعدد تحقیقاتی نیز برای توسعه کاربرد آنها در زمینه‌های گوناگون در دست انجام است. تعدادی از کاربردهای ابررسانا به شرح زیر می‌باشد:

۱- یکی از کاربردهای جالب ابررسانا قطار مگلوف MAGLEV می‌باشد. در این قطار آهنربای روی قطار آهنربایی با ابر رسانا هست و ریل‌ها اهمی می‌باشند .



۲- Superconducting Magnetic Energy Storage:

SMES یا ابرسانای ذخیره کننده انرژی مغناطیسی وسیله‌ای برای ذخیره کردن انرژی و بهبود پایداری سیستم و کم کردن نوسانات است. این انرژی توسط میدان مغناطیسی که توسط جریان مستقیم ایجاد می‌شود، ذخیره می‌شود. این وسیله می‌تواند هزاران بار شارژ و دشارژ شود بدون این‌که تغییری در مغناطیس آن ایجاد شود. به طور نمونه یک واحد SMES که در سیستم‌های قدرت بکار گرفته می‌شود از یک سیم‌پیچ بزرگ ابررسانا و یک سیستم سردکننده هلیم به منظور نگهداری دمای هلیم در زیر دمای بحرانی تشکیل شده است. سیم‌پیچ ابررسانا از طریق دو مبدل AC/DC شش تریسیتور و یک ترانسفورماتور قدرت سه سیم پیچه کاهنده به سیستم قدرت متصل است.



SMES انرژی الکتریکی را در میدان مغناطیسی ناشی از جریان DC جاری در سیم‌پیچ ذخیره می‌کند. اگر سیم‌پیچ از موادی مثل مس باشد انرژی مغناطیسی زیادی در سیم به خاطر مقاومت بیهوده تلف می‌شود. اگر سیم از جنس ابر رسانا باشد انرژی در حالت «پایا» و تا زمانی‌که لازم است ذخیره شود.

ابررساناها در مقابل جریان DC مقاومت ندارند و به همین دلیل در دمای پایین تلفات اهمی را محو می‌کنند در کابرد AC جریان الکتریکی هنوز تلفات دارد اما این تلفات می‌تواند با طراحی مناسب کاهش پیدا کند. برای هر دوحالت کاری AC و DC انرژی زیادی ذخیره می‌شود. بهینه‌ترین دما برای این دستگاه‌ها ۷۷-۵۰ کلوین است.

۳- ژنراتورهای هیدرودینامیک مغناطیسی MHD



اصول کلی ژنراتورهای MHD بر این اساس است که جریان گاز پلاسما (بسیار داغ) یا فلز مذاب از میان میدان مغناطیسی قوی عبور داده می‌شود. با عبور گاز داغ یا فلز مذاب، در اثر میدان مغناطیسی بسیار قوی موجود، یون‌های مثبت و منفی به سمت الکترودهایی که در بالا و پایین جریان گاز پلاسما یا فاز مذاب قرار دارند، جذب می‌شوند و مانند یک ژنراتور جریان مستقیم، تولید الکتریسیته را باعث می‌شوند. قدرت الکتریکی این ژنراتور جریان مستقیم با اینورترهای الکترونیک قدرت، به برق جریان متناوب تبدیل و به شبکه متصل می‌شود. با توجه به هزینه بالای تولید الکتریسیته در ژنراتورهای MHD، استفاده از آنها تنها به منظور یکنواختی منحنی مصرف در زمان‌های پرباری شبکه مفید است.

۴- MRI



ام آر آی یا روش تصویربرداری با تشدید مغناطیس Magnetic Resonance Imaging (MRI) یکی از روش‌های پیشرفته تصویربرداری پزشکی است. با استفاده از این روش می‌توان تصویر بافت‌های درونی بدن را دید و از آن طریق مشکلات و بیماری‌های اعضای بدن را تشخیص داد. چگونگی تولید تصویر MRI فرایند بسیار پیچیده‌ای است.

با MRI می‌توان در جهات فوقانی-تحتانی (اگزیال)، چپ راستی (ساژیتال) و پس و پیش (کرونال) و حتی در جهات مورب و مایل تصویرگیری نمود.

یک سیستم MRI از سه میدان مغناطیسی استفاده می‌کند: ۱- میدان خارجی ثابت و قوی ۲- میدان ضعیف گرادیانی متغیر ۳- میدان حاصل از پالس RF الکترومغناطیسی

در دستگاه‌های MRI هم از معمولا از ابررساناهای نوع دوم استفاده می‌شود .

در جداول زیر نمونه‌هایی از کاربردهای ابررسانا در مقیاس بزرگ و کوچک آورده شده است:

نمونه‌هایی از کاربردهای ابررسانا در مقیاس بزرگ

نکته تکنیکی	کاربرد
چگالی جریان بالا	کابلهای قدرت
از خاصیت شدیدا غیر خطی گذرا استفاده می کند	محدود کننده های جریان
چگالی جریان بالا و میدانهای مغناطیسی بالا، تلفات کمتری دارد	ترانسفورماتورها
وزن و اندازه کوچکتر و تلفات کمتر	موتور و ژنراتور
احتیاج به جریانهای بالا و میدان های بالا دارد، اندازه و وزن پایین، تلفات کمتر	آهن رباهای ذخیره انرژی
پایداری در میدانهای خیلی بزرگ، شکاف های هوایی بزرگ	آهن رباهای NMR در تصویربرداری مغناطیسی (MRI)
توانهای ریز موج خیلی بالا	حفره برای شتاب دهنده ها
تلفات کم- نیروی پرواز خود کنترل	ترن مغناطیسی

نمونه‌هایی از کاربردهای ابررسانا در مقیاس کوچک

نکات تکنیکی	کاربرد
تلفات کمتر، اندازه کوچکتر، فیلتر کردن بهتر	فیلترهای ریز موج در ایستگاههای تلفن موبایل
تلفات سطحی کمتر، ضریب کیفیت بهتر، اندازه کوچک	قطعات میکروویو غیر فعال، تشدید کننده برای نوسانگرها
منحنیهای تونل زنی غیر خطی SIS با حساسیت بالا	بلومترهای مادون قرمز
منحنیها ی غیر خطی تونل زنی SIS، راندمان تبدیل بالا در مورد مخلوط کننده	آشکار سازهای ریزموج
جداسازی فتونهای با انرژی های بالا	آشکارسازهای اشعه X
حساسیت بینهایت بالا به میدانهای مغناطیسی	دستگاه اندازه گیری میدان مغناطیسی اسکوئید: تصویر برداری مغناطیسی از مغز (Magneto-encephalography, NDT)
دقت کوانتومی	استانداردهای ولتاژ
تا 750 گیگاهرتز بینهایت سریع، با توان کم	مدارهای دیجیتال (SFQ)

ساخت ابررسانا

ابررسانا در سه نوع ۱- سرامیک یا نمونه حجمی بس بلوری، ۲- تک کریستال یا نمونه حجمی تک بلوری و ۳- سیم‌ها، نوارها و فیلم‌های نازک، با توجه به نوع کاربرد هر کدام تهیه می‌شوند. ساخت هر کدام از این موارد گستره ویژه‌ای از روش‌ها را در بر دارد. سرامیک ابررسانا به روش‌های کلوخه‌ای بدست می‌آید.

روش کلوخه‌ای در ساخت تمام اکسیدهای ابررسانای دمای بالا مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش کنترل ریز ساختاری اندازه دانه‌ها منجر به افزایش دمای بحرانی می‌شود. اما حساسیت مرزدانه‌ها به ناخالصی باعث محدودیت در چگالی جریان بحرانی است. مراحل انجام روش کلوخه‌ای به صورت زیر می‌باشد:

الف- تهیه پودر همگنی از مخلوط نمک‌های معدنی کاتیون‌های ترکیب ابررسانا

ب- تکلیس Calcination

ج- کلوخه‌سازی Sintering

د- اکسیژن‌دهی

روش کلوخه‌ای به دو شیوه واکنش حالت جامد و سل-ژل انجام می‌شود.

امین شیخ نجدی

کارشناس ارشد برق- الکترونیک

سیلیکون فوتونی

۱- مقدمه

امروزه مخابرات فیبر نوری به خاطر ظرفیت عالی و اعتباری که به همراه دارد، به خوبی جایگاه خود را یافته است. مخابرات فیبر نوری فرایند انتقال اطلاعات توسط نور با سرعت بالا بر روی فیبرهای شیشه‌ای است. با این حال، این تکنولوژی به عنوان یک راه حل پرهزینه شناخته شده و این به دلیل هزینه‌ی زیاد قطعات سخت افزاری آن است. این محدودیت‌ها اینتل را بر آن داشت تا به تحقیق در مورد ساخت قطعات فیبر نوری از مواد دیگر، مانند سیلیکون، بپردازد. هدف اساسی ایجاد المان‌های نوری با حجم بالا و هزینه کم با استفاده از CMOS استاندارد است، به طوریکه از همان فرایندی در ساخت استفاده شود که برای میکروپروسسرها و قطعات نیمه هادی استفاده می‌شود.

محققان اینتل از پیشرفتی در سیلیکون فوتونی خبر دادند که مبین اولین لیزر سیلیکونی پیوسته براساس اثر رامان است. این پیشرفت غیر منتظره در تحقیقات راه را برای ساخت تقویت‌کننده‌های نوری، لیزرها و معکوس‌کننده‌های طول موج به عنوان منبع نور و همچنین سوئیچ رنگ سیگنال در سیلیکون کم هزینه باز کرد. همچنین باعث شد نگاه اینتل به سیلیکونی کردن فوتونیک معطوف شود، که منجر به ایجاد اتصالات داخلی نوری ارزان با عملکرد بالا در و اطراف رایانه‌های شخصی، سرورها و سایر وسایل شده است. نتایج دیگر آن پیشرفت‌هایی شامل دستیابی به مدولاتورهای نوری در رنج GHz و قطعات آشکارساز سیلیکونی است.

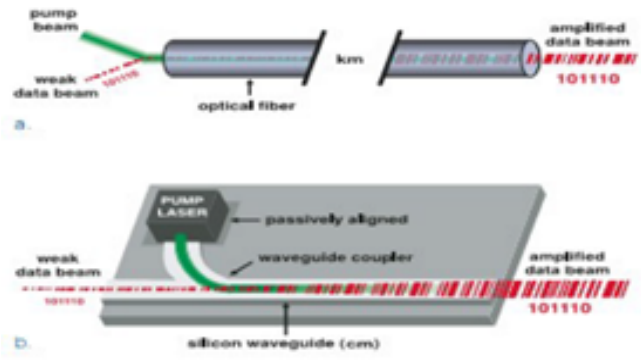
مشکل کلیدی سیلیکون این است که نمی‌تواند نور لیزر را ساطع کند، لذا لیزرها که مخابرات نوری را تحریک می‌کنند بیشتر از مواد عجیبی چون ایندیوم فسفاید و گالیوم آرسنایدساخته می‌شوند. با این حال، سیلیکون می‌تواند در بکارگیری گسیلش نور توسط لیزرهای ارزان استفاده شود تا نوری را تولید کنند که مشخصه‌های مشابهی به قطعات گران‌تر دارد.

۲- اثر رامان

استفاده از منبع لیزر خارجی کوپل‌شده با موج‌برها مشکلات زیادی به خاطر بی‌نظمی و بهم ریختگی زیر میکرون لیزر و فیبر و همچنین بازتاب لیزر به سمت منبع داشته که باعث ناپایداری عملکرد منبع و تنوع طول موج ساطع شده و انحراف داده های منتقل شده می‌شوند. با این حال، یک فرایند و پروسه متناوب به نام اثر رامان وجود دارد که می‌تواند نور را در سیلیکون و سایر مواد، مانند فیبر شیشه‌ای، تقویت کند تا تشکیل لیزر در موج‌برها اتفاق بیفتد. این نام برگرفته از نام فیزیکدان هندی

چاندراسکهارا ونکاتا رامان بوده، که برای اولین بار در سال ۱۹۲۸ آن را مطرح کرده است، این اثر باعث می‌شود که نور در بعضی از مواد پراکنده و پخش شود تا طول موج‌های بزرگ‌تر یا کوچک‌تری را تولید کند. این پراکندگی با انتقال انرژی همراه است، یعنی طی پراکنده شدن نور فوتون تحریک شده، جذب شده که باعث برانگیختگی الکترون می‌شود، که سریعا همراه با سقوط الکترون به لایه‌ای با انرژی کمتر (فرایندی که با تحریک فوتون انجام می‌شود) و گسیلش دومین فوتون خواهد بود. انرژی و ویژگی‌های فوتون گسیل شده به وضعیت انرژی ارتعاشی مولکولی یا اتمی مولکول و اتمی دارد که باعث این پراکندگی شده است.

امروزه اثر رامان به طور گسترده‌ای در ساخت تقویت کننده‌ها و لیزرها در فیبر شیشه‌ای استفاده می‌شود. این دستگاه‌ها به وسیله‌ی هدایت اشعه لیزر، که با نام اشعه پمپ شناخته شده است، در داخل فیبر ساخته می‌شوند. هنگامی که نور وارد می‌شود، فوتون‌ها به اتم‌های مرتعش داخل ماده برخورد کرده و براساس اثر رامان، انرژی به فوتون‌های با طول موج بیشتر منتقل می‌شود. اگر پرتو داده با طول موج مناسبی اعمال شود، فوتون‌های اضافه را برمی‌دارد. پس از طی شدن کیلومترها در فیبر، اشعه انرژی کافی برای تقویت قابل توجه سیگنال داده را بدست می‌آورد. اثر رامان در سیلیکون ده هزار بار قوی‌تر از فیبر نوری شیشه‌ای است، که این مزیتی برای سیلیکون خواهد بود. به جای کیلومترها فیبر تنها چند سانتیمتر سیلیکون لازم است. با استفاده از اثر رامان و اشعه پمپ نوری، سیلیکون می‌تواند برای ساخت تقویت‌کننده‌ها و لیزرهای سودمند استفاده شود. به طور مثال، امروزه بسیاری از ارتباطات تلفنی راه دور از تقویت‌کننده‌های رامان استفاده می‌کنند.



شکل ۱: اثر رامان در فیبرهای نوری و موج‌برهای سیلیکونی

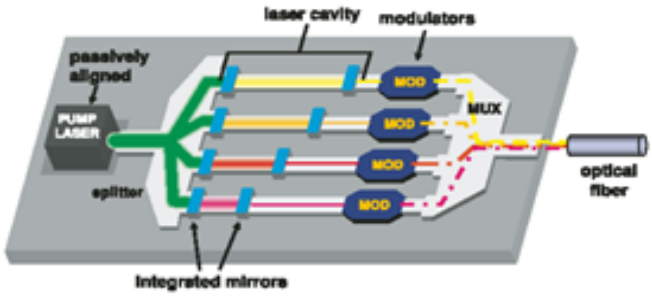
۳- کاربردهای اثر رامان

اساسا محققان اینتل پتانسیل سیلکون را به عنوان ماده‌ای با بهره‌ی نوری معرفی کرده‌اند. این موضوع می‌تواند به سمت کاربردهای بسیاری چون تقویت‌کننده‌های نوری، معکوس‌کننده‌های طول موج و انواع بسیاری از لیزرها در سیلیکون هدایت کند.

مثالی از تقویت‌کننده‌ی نوری سیلیکونی (SiOA) که از اثر رامان استفاده می‌کند در شکل b1 نشان داده شده است. دو پرتو در موجبر سیلیکونی کوپل شده‌اند. اولی یک پمپ نوری است، منبع فوتون‌ها که انرژیش باعث اثر رامان می‌شود. ویژگی‌های طیفی پمپ طول موج‌هایی را که می‌توانند تقویت شوند را مشخص می‌کند. هنگامی که پرتو دوم، که شامل داده‌ای است که باید تقویت شود، از موجبر عبور می‌کند، انرژی از پمپ به پرتو سیگنال به واسطه اثر رامان فرستاده می‌شود. داده‌های نوری که در چیپ هستند نسبت به زمان ورودشان درخشان‌تر هستند؛ این تقویت است.

چنین تقویت‌کننده‌های نوری اصولا برای تقویت سیگنال‌هایی که طی پیمودن مسافت زیاد ضعیف شده‌اند کاربرد دارد. بدلیل اینکه تقویت‌کننده‌های سیلیکونی رامان بسیار فشرده هستند، می‌توانند مستقیما به سایر المان‌های نوری سیلیکونی متصل شوند. با یک لیزر پمپی که مستقیما به سیلیکون از طریق چیدمان منفعل متصل شده است. با توجه به اینکه قطعات نوری (مثل مدولاتورها) تلفات دارند، با استفاده از یک تقویت‌کننده مجتمع می توان این تلفات را خنثی کرد. نتیجه‌ی آن یک قطعه نوری سیلیکونی بی‌اتلاف خواهد بود.

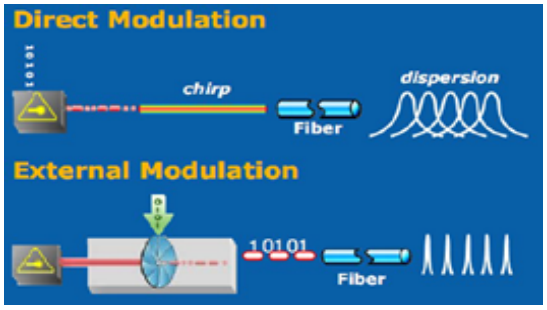
همچنین اثر رامان می‌تواند برای تولید لیزرهایی با طول موج‌های متفاوت از یک پرتو پمپ (شکل ۲) استفاده شود. به محض اینکه پرتو پمپ وارد ماده می‌شود، نور توسط آیینه‌هایی که از فیلتر سیلیکونی مجتمع ساخته شده‌اند به حفره‌های لیزر متفاوتی جدا می‌شود. در اینجا طول موج رزونانس هر حفره باقی مانده و بقیه توسط تداخل‌های مخرب ناشی از بازتاب‌های پی در پی از بین می‌روند. طول حفره می‌بایست مضرب صحیحی از طول موج حامل باشد. المان‌های سیلیکونی می‌توانند برای تولید لیزر و انکد کردن داده‌ها در هر طول موجی مورد استفاده قرار بگیرند. این انکد کردن توسط مدولاتورهای سیلیکونی انجام می‌شود. تقویت‌کننده‌های نوری مانند این شکل اساسا برای قوی کردن سیگنال‌ها پس از اینکه به واسطه پیمایش مسیرهای طولانی ضعیف شده‌اند، کاربرد دارند.



شکل ۲: ایجاد چندین منبع لیزر از یک پمپ

۴- مدولاتور سیلیکونی

علاوه بر ایجاد منبع نور و حرکت نور به سمت چیپ، نیاز داریم که پرتو نور را با داده مدوله کنیم. ساده‌ترین راه روشن و خاموش کردن لیزر است که به آن مدولاسیون مستقیم می‌گویند. روش دیگر که به آن مدولاسیون خارجی می‌گویند، آنالوگ است که شما دست خود را جلوی لامپ تکان می‌دهید، سد کردن نور به معنی منطق ۰ و عبور دادن آن به معنی ۱ است، بدون اینکه در منبع اخلالی ایجاد شود. تنها تفاوت این است که در مدولاسیون خارجی اشعه همیشه روشن است. (شکل ۳)



شکل ۳: مدولاتور مستقیم و خارجی

برای نرخ داده‌های 10Gbps یا بیشتر و طی کردن مسافت‌هایی بیش از ده‌ها کیلومتر، این تفاوت بحرانی خواهد بود. هر بار که لیزر روشن می‌شود، «جیرجیر یا چیرپ» می‌کند، یعنی پالس پهنی به واسطه گرمای قطعه که ناشی از ضریب شکست‌های متفاوت است، ایجاد می‌شود.

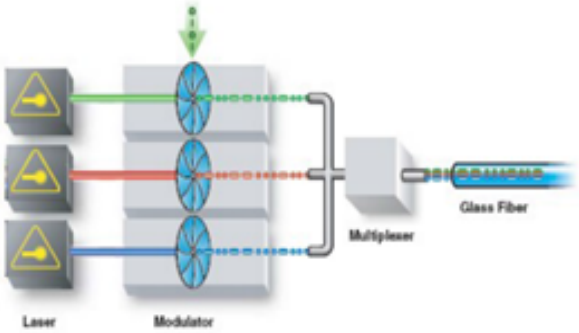
در مقابل با یک مدولاسیون خارجی اشعه لیزر پایدار، پیوسته، بدون جیرجیر خواهد بود، از این رو نسبتا می‌توان از یک منبع با توان بالا استفاده کرد. نور وارد مدولاتور شده که بلافاصله اشعه را خاموش می‌کند تا جریانی از داده را تولید کند؛ حتی 10Gbps داده تا مسافت 100Km بدون هیچ اعوجاجی فرستاده می‌شود. مدولاتورهای سریع عموما از لیتیوم نیوبات ساخته می‌شوند، که اثر الکترواپتیکی قوی‌ای دارند – بدین معنی که – هرگاه میدان الکتریکی اعمال می‌شود، سرعت نوری را که وارد ماده می‌شود تغییر می‌دهد، که ناشی از تغییرات خطی ضریب شکست ماده با ولتاژ اعمالی مدوله شده است. (شکل ۴)

اشکال یک مدولاتور سیلیکونی، که قبلا در رابطه با آن صحبت شد، این است که اثر الکترواپتیکی ندارد. جهت برطرف کردن این مشکل راهی را برمی‌گزینیم که به طور انتخابی حامل‌های بار (الکترون‌ها یا حفره‌ها) را به داخل موجبر سیلیکونی، هنگامی که پرتو نور از آن عبور می‌کند، تزریق کنیم. این کار با استفاده از ساختار دیود نوع PIN در جایی که موجبر ناحیه ذاتی را تشکیل می‌دهد انجام می‌شود. به دلیل پدیده‌ای به نام اثر

تداخل حامل‌های آزاد پلاسما، بارهای انباشته شده، ضریب شکست سیلیکون و به دنبال آن سرعت پیمایش نور در آن را تغییر می‌دهد. مدولاتور سیلیکونی همانند مدولاتور لیتیوم نیوبات پرتو را به دو قسمت تقسیم می‌کند. با این حال به جای اثر الکترواپتیکی، حضور یا غیاب الکترون حفره‌ها فاز پرتو و اینکه آیا شامل ۰ و ۱ تولیدی باشند را تعیین می‌کنند. این ترفندی است تا با سرعت کافی الکترون‌ها و حفره‌ها را به داخل و خارج مسیر پرتو برده تا به نرخ داده گیگاهرتز دست پیدا کند. هنگامی که توان قطع می‌شود، الکترون‌ها و حفره‌ها خیلی آرام ناپدید می‌شوند (توسط نوترکیبی شبکه و غیره). از این جهت ماکزیمم سرعت به حدود ۲۰ مگاهرتز محدود می‌شود.

در سال ۲۰۰۵، اینتل مدولاتور سیلیکونی پیشرفته‌ای را رونمایی کرد که از قطعه‌ی ترانزیستور مانندی به جای دیود جهت تزریق و حذف بارها استفاده می‌کرد. الکترون‌ها و حفره‌ها در سمت مخالف لایه اکسید در قلب موجبر که نور قوی‌تر است، قرار داده می‌شوند. برخلاف ترانزیستورهای معمولی متشکل از دیودهای پیوند PNی که از پشت به هم مرتبط شده‌اند، اینجا ساختار دیودهای PINی را که از پشت مرتبط شده‌اند دارا است، که موجبر در هر سمت از لایه اکسید نواحی ذاتی را تشکیل می‌دهد. به جای منتظر ماندن برای ناپدید شدن بارها، این ساختار ترانزیستور آنها را به محض اینکه وارد می‌شوند بیرون می‌آورد. امروزه مدولاتور سیلیکونی داده‌ها را با سرعتی خوب تا 10Gbps نسبت به حریف‌های مرسوم، سیستم‌های مخابره‌ای نوری که امروزه استفاده می‌شوند، کد گذاری می‌کند.

سرعت 18Gbps توسط مدولاتور حلقوی نوری نشان داده شده است که از ساختار موجبر دایروی با چندین ورودی که طول موج رزونانس را متحمل شده و با استفاده از ساختار دیود PIN مدوله شده، استفاده کرده است. مدولاتور سیلیکونی 40Gbps که در سال ۲۰۰۷ و آشکارساز ۸ کاناله مجتمع 200Gbps که در سال ۲۰۰۸ رونمایی شده‌اند از دستاوردهای اخیر هستند.



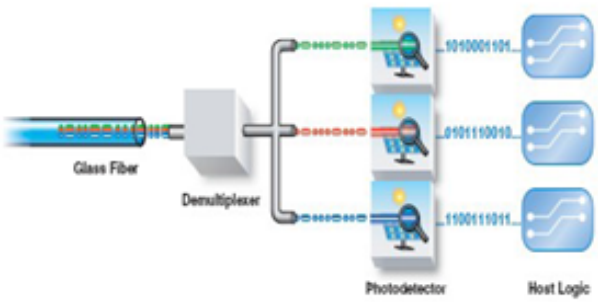
شکل ۴: مدولاتور خارجی در چیپ سیلیکونی

۵- دمدولاسیون

هنگامی که پرتو نور در حال عبور از موجبر است، آشکارسازهای فوتون جهت جمع‌آوری فوتون‌ها و تبدیل آنها به سیگنال‌های الکتریکی استفاده می‌شوند. همچنین در مانیتورینگ ویژگی‌های پرتو نوری – توان، طول موج و غیره – و برگرداندن اطلاعات به فرستنده مورد استفاده قرار می‌گیرند، لذا می‌تواند پرتو را بهینه‌سازی کند. سیلیکون نور مرئی را جذب می‌کند، به همین دلیل است که در برابر چشم غیرمسلح مات و کدر خواهد بود.

در مقابل اشعه مادون قرمز از سیلیکون بدون جذب شدن عبور می‌کند، لذا فوتون‌ها در این طول موج نه جذب و نه آشکار می‌شوند. این مشکل با افزودن ژرمانیوم به موجبر سیلیکونی برطرف می‌شود. ژرمانیوم نسبت به سیلیکون در طول موج‌های بیشتری اشعه مادون قرمز را جذب می‌کند، چرا که نسبت به سیلیکون باند گپ کوچک‌تری دارد. بنابراین استفاده کردن از آلیاژ سیلیکون و ژرمانیوم در بخشی از موجبر ناحیه‌ای را ایجاد می‌کند که فوتون‌های مادون قرمز جذب می‌شوند. تحقیقات نشان می‌دهد که سیلیکون ژرمانیوم قابلیت آشکارسازی سریع و موثر فوتون‌های مادون قرمز را در ابعاد 850nm و 1310nm دارد، طول موج‌های مخابره‌ای مرسومی که امروزه در شبکه‌های سازمانی استفاده می‌شود. (شکل ۵)

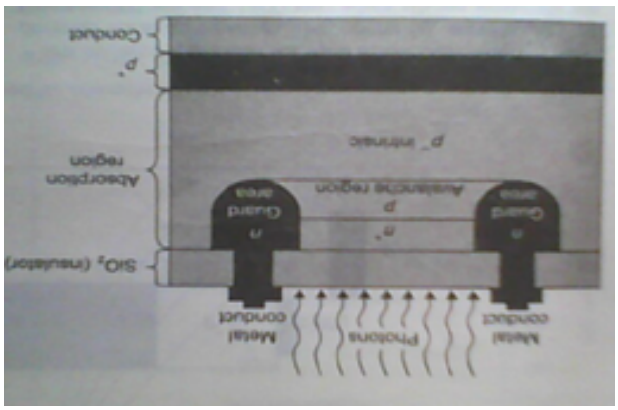
ترکیب دیود PIN که در موجبر ناحیه ذاتی را تشکیل می‌دهد، به صورت بایاس معکوس جهت ارتقای پهنای ناحیه تهی در ناحیه ذاتی است. این باعث افزایش آشکارسازی می‌شود، چرا که جفت الکترون-حفره‌های تشکیل شده در ناحیه ذاتی توسط میدان الکتریکی به سمت ناحیه تهی جاروب می‌شوند، جریان دیود را تشکیل می‌دهند و همچنین ظرفیت تهی کاهش می‌یابد. با این حال، افزایش ناحیه تهی باعث افزایش میزان تاخیر زمان انتقال می‌شود از این رو بهینه‌سازی ضروری است.



شکل ۵: دمدولاسیون داده نوری

قطعات آشکارساز استفاده شده که به آن اشاره کردیم آشکارساز دیود PIN و آشکارساز دیود نوری بهمنی است. InGaAs و ژرمانیوم مواد ارجحی هستند که همراه با سیلیکون استفاده می‌شوند. در آشکارسازهای بهمنی (شکل ۶) یک میدان الکتریکی قوی در پیوند pn وجود دارد که ناشی از ناخالص‌سازی قوی هر سمت است. این یکی دیگر از مزیت‌های ایجاد شده در تقویت‌کننده است.

با این حال این قطعات تحت تاثیر نویز ناشی از باند گپ کوچک و جریان خروجی نوسانی که به دلیل وقوع تغییر در فوتون‌های آشکارساز است، هستند. مشکل دیگر جریان تاریک، جریان اشباع معکوس ناشی از غیاب فوتون است. با این حال زمان پاسخ معمول ۰٫۵ns است (سرعت سوییچینگ حدود 2GHz). آشکارساز 40Gbps PIN در سال ۲۰۰۷ و آشکارساز نوری بهمنی با بهره 340GHz BW در سال ۲۰۰۸ از جمله دستاوردهای اخیر هستند.



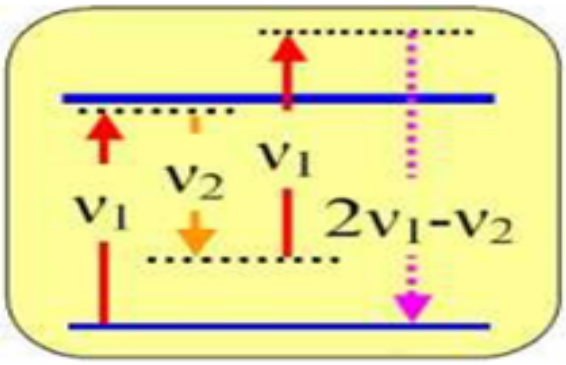
شکل ۶: آشکارساز دیود نوری بهمنی

۶- چالش‌های سیلیکون

چالش‌های متفاوت در هر مرحله از توسعه سیلیکون فوتونی، ناشی از دشواری ایجاد لیزر تمام سیلیکونی موجی پیوسته، مدولاتور رنج GHz و قطعات آشکارساز و غیره است. با این وجود اثرات دیگری در سیلیکون دیده می‌شود که اثر مضری بر فیبرها انتقال در مقیاس کمتر از میکرومتر دارد. این اثرات شامل اثر غیرخطی کر و پدیده آمیختن چهار موج است. این‌ها قابل ملاحظه هستند با توجه به اینکه ما در فوتونیک سیلیکونی با فیبرهایی در رنج میکرومتر یا نانومتر کار داریم.

تغییر غیرخطی کر در ضریب شکست متناسب با مجذور شدت میدان الکتریکی است. هنگامی که موج‌های متعدد با شدت‌های متفاوت فرستاده می‌شوند، این منجر به جدا شدن امواج و نابودی انتقال می‌شود.

پدیده دیگر در هم آمیختن چهار موج است. در این حالت هنگامی که سه فوتون با طول موج متفاوت در یک مولکول یا اتم فیبر به هم می‌رسند، به این شکل که اولی باعث برانگیختگی الکترون می‌شود، دومین فوتون گذار تحریک الکترون برانگیخته را به سطح انرژی کمتر می‌برد و دوباره فوتون سوم باعث برانگیختگی همان الکترون به سطح انرژی بسیار بالاتری می شود، جایی که انتقال خود به خودی الکترون به سطح انرژی اصلی اولیه همراه با آزاد شدن فوتون چهارم با طول موج متفاوت صورت می‌گیرد. (شکل ۷)



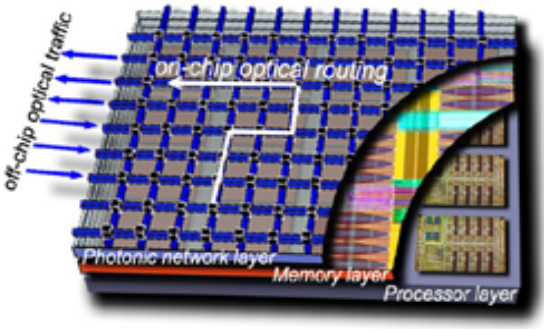
شکل ۷: انتقال سطح انرژی الکترون طی آمیختن چهار موج

۷- کاربردهای فوتونیک سیلیکونی

نرخ بالای مدولاسیون-دمدولاسیون همراه با Dense Wavelength Division Multiplexing با انتقال داده Tbps بدست آمده در مخابرات نوری، که در هیچ شکلی از مخابرات تا به حال بدست نیامده است، انتظار می‌رود که در سیستم‌های کامپیوتری، مرکز داده شرکت‌های بزرگ و سرورها عمل کند. بوسیله توسعه سیلیکون فوتونی که المان‌های الکترونیکی و نوری در یک پلتفرم یکپارچه واحد کار می‌کنند، این می تواند همراه با کاهش هزینه و با حذف اتصالات سیمی بدست آید. روترها، پردازنده‌های سیگنال و غیره که بنیاد اینترنت را تشکیل می‌دهند ساده‌تر و قدرتمندتر می‌شوند.

دستاورد دیگر توسعه سیلیکون فوتونی تجهیزات پزشکی سریع‌تر و فشرده‌تری مانند ماشین تصویربرداری، ابزارات جراحی لیزیک و غیره است. در اینجا نیز همانند صنعت الکترونیک با کاهش هزینه روبرو هستیم.

ICهای سه بعدی (شکل ۸) یک تکنولوژی نوظهور است. با توسعه سیلیکون فوتونی تکنولوژی IC سه بعدی به وجود آمد که شامل لایه‌های فراوان الکترونیکی و المان‌ها یا مدارات نوری است. در شکل ۸ یک لایه پردازنده ۱۰۰ هسته قرار دارد. ارتباط بین هسته‌های پردازنده و چیپ با قطعات خارجی (off-chip traffic) توسط لایه ارتباطی نوری یا فوتونی در قسمت بالا برقرار می‌شود. تحقیقات در این باره توسط مرکز تحقیقات IBM صورت می‌گیرد.



شکل ۸: IC سه بعدی

۸- آینده و نتیجه‌گیری

با توجه به استفاده پیوسته از قانون مور در عملکرد میکروپروسسورها و افزایش حجم داده فرستاده شده به اینترنت، میزان تقاضا به زیرساخت‌های شبکه افزایش چشمگیری خواهد داشت. مخابرات نوری و تکنولوژی فوتونیک سیلیکونی به سرمایه‌گذاران اجازه می‌دهد تا میزان پهنای باند مورد نیاز را اندازه‌گیری کنند. به علاوه به دلیل هزینه کم سیلیکون، سرورها و PCهای پیشرفته ممکن است روزی با پورت نوری برای مخابرات با پهنای باند بالا استاندارد شوند. همچنین، سایر وسایل قادر خواهند بود انفجار پهنای باند ناشی از بلوک‌های نوری سیلیکون فوتونی را به اشتراک بگذارند. تحقیقات اینتل بر روی سیلیکون فوتونی برنامه ایست که قانون مور را وارد حوزه‌ی جدیدی می‌کند. این مزایای CMOS و تخصص ساخت حجم اینتل را وارد مخابرات فیبر نوری می‌کند.

هدف نهایی سیلیکونی فوتونی ادغام قطعات سیلیکونی نوری بر روی یک لایه سیلیکونی کم هزینه با استفاده از تکنولوژی ساخت CMOS استاندارد است. قسمتی از این برنامه هم اکنون موجود است. سیلیکون و ابزارهای چاپی که در صنعت متعارف هستند، جهت ایجاد موج‌برهای نوری مورد استفاده قرار می‌گیرند. حتی ماشین‌های نوشتاری نیازمند به آشکارسازهای تصویر سیلیکون- ژرمانیومی، امروزه در تسهیلات CMOS بسیار پیش پا افتاده هستند.

فاز دیگر توسعه، ساخت یک پلتفرم سیلیکونی فوتونی هایبرید، با استفاده از ترکیبی از قطعات سیلیکونی و غیر سیلیکونی متصل به لایه سیلیکونی است. با گذشت زمان، قادر خواهیم بود المان‌های غیر سیلیکونی را جایگزین قطعات سیلیکونی کنیم. فاز آخر ادغام بیشترین مقدار قطعه به سیلیکون و شروع یکپارچه‌سازی الکترونیک با فوتونیک، همگرایی ارتباطات و محاسبات بر روی تک چیپ سیلیکونی است.

تکانه یا مومنتوم در سیلیکون فوتونی ساخته می‌شود. در ۱۲ ماه گذشته افت و خیزهای قابل توجهی در عملکرد قطعات سیلیکونی در حوزه مدولاسیون و لیزیک وجود داشته است. بودجه دولت آمریکا در این زمینه مانند انتشار نشریات پژوهشی شتاب گرفته است. تعدادی از استارت‌آپ‌های قطعه‌ی نوری سیلیکون را به عنوان قطعه خود انتخاب کرده‌اند.

مرجع

[۱] Aravinda Suresh Kumar, Silicon Photonics, Department of Electronics Engineering, College of Engineering, Chengannur, September ۲۰۱۰.

مهسا سرائی

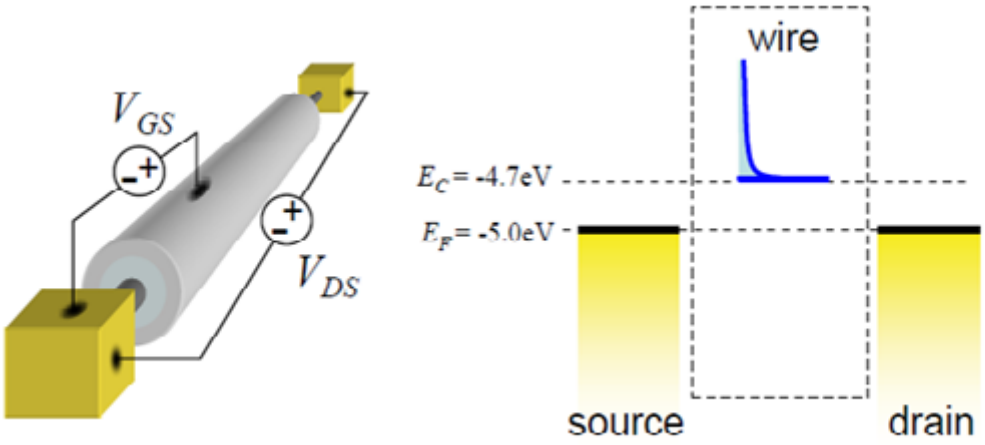
کارشناسی ارشد برق-مخابرات میدان

ترانزیستورهای اثر میدانی مولکولی

در ادامه مباحثی که در شماره‌های پیش از ترانزیستورهای اثر میدانی مولکولی گفته شد، در این شماره به فت سیمی کوانتوم بالستیک می‌پردازیم.

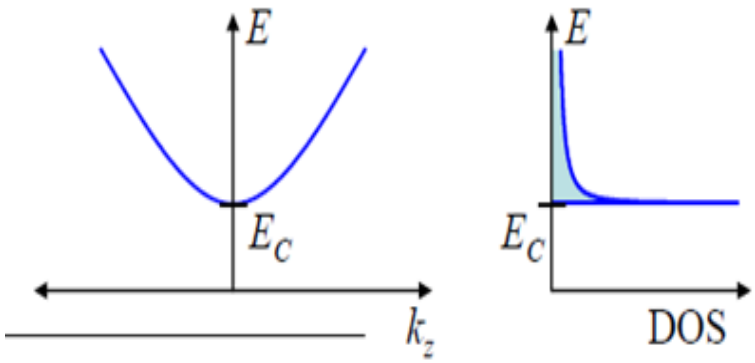
فت سیمی کوانتوم بالستیک

سیم کوانتوم بالستیک نشان داده شده در شکل (۱) را در نظر بگیرید.



شکل (۱). یک فت سیمی کوانتوم. برای حداکثر کردن خازن بین گیت و کانال، گیت دور یک سیم پیچیده شده است. طول سیم 100nm و خازن گیت برابر C_G=50af در هر نانومتر از طول سیم است، جرم الکترون،m برابر است با $m=m_0=9.1*10^{-31}$ kg.

فرض می‌کنیم در سیم فقط یک باند سهمی وجود دارد.



شکل (۲). ساختار باند و چگالی حالات در یک سیم کوانتوم تک مد.

چگالی حالات در سیم از معادله (۱) به‌دست می‌آید:

$$g(E)dE = \frac{2L}{h}\sqrt{\frac{2m}{E-E_C}}u(E-E_C)dE, \qquad (1)$$

که L طول سیم و m جرم الکترون در سیم است. فقط نیمی از این حالات برای حرکت الکترون‌ها در جهت مثبت است. بنابراین باید معادله (۱) را به دو بخش تقسیم کنیم:

$$g^{+}(E)dE = \frac{1}{2}\times\frac{2L}{h}\sqrt{\frac{2m}{E-E_C}}u(E-E_C)dE \qquad (2)$$

مولکول دارای سطح انرژی فرمی در باند هدایت قرار می‌گیرد. انرژی زیر باند هدایت را EC می‌نامیم. از آن‌جا که حرکت الکترون‌ها در طول یک سیم را با امواج مسطح مدل می کنیم در باند سهمی داریم:

$$E-E_C = \frac{\hbar^2k^2}{2m} = \frac{1}{2}mv^2 \qquad (3)$$

می‌توانیم معادله (۳) را بر حسب سرعت الکترون، v ، بازنویسی کنیم:

$$g^{+}(E)dE = \frac{1}{2}\times\frac{4L}{hv(E)}u(E-E_C)dE \qquad (4)$$

L/v زمان انتقال یک الکترون در سیم است. بنابراین:

$$g^{+}(E)dE = \frac{1}{2}\times\frac{4\tau(E)}{h}u(E-E_C)dE. \qquad (5)$$

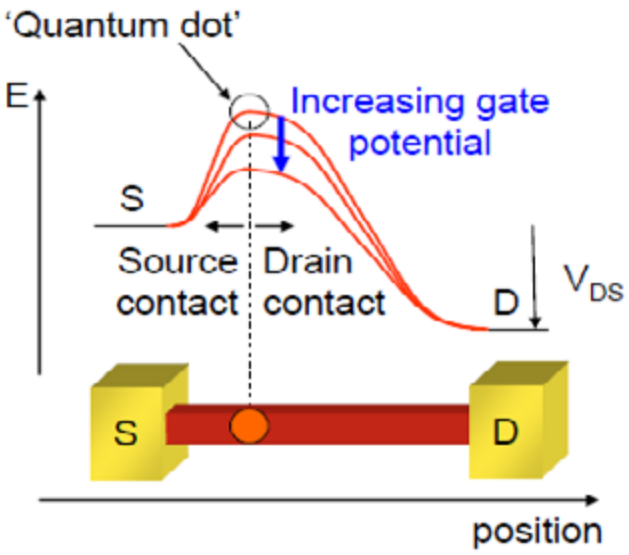
می‌توانیم معادله (۵) را در عبارت چگالی جریان جایگزین کنیم. بدست می آید:

$$I = \frac{2q}{h}\int_{-\infty}^{+\infty}u(E-E_C-U)\left(f(E,\mu_S)-f(E,\mu_D)\right)dE. \qquad (6)$$

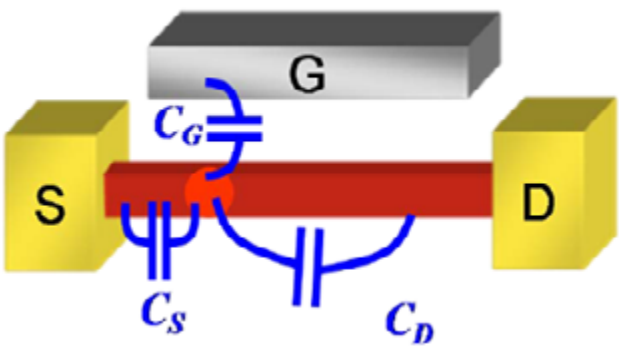
مدل‌های نقطه کوانتوم از روی کانال‌های ترانزیستور سیمی کوانتوم

انتظار داریم تحت بایاس موقعیت پتانسیل در سیم کوانتومی تغییر کند. شار جریان چگالی بار در طول سیم را تغییر می‌دهد و روی پتانسیل اثر می‌گذارد. بنابراین پایداری تغییرات با شار جریان تعیین می‌شود.

در شماره‌های قبل دیدیم در یک هادی بالستیک لبه باند هدایت با نقاط ماکزیمم پتانسیل در هادی تعیین می‌شود. در کاربردهای الکتروستاتیک، این نقطه را در یک سیم کوانتوم به صورت نقطه کوانتوم تقریب می‌زنیم. برای محاسبه تغییرات لبه باند هدایت مدل‌های خازنی گسسته پتانسیل را به‌کار می‌گیریم. معمولاً بیشترین پتانسیل بعد از سورس قرار می‌گیرد، زیرا در بایاس مستقیم پتانسیل درین در طول کانال کاهش می‌یابد.



شکل (۳). یک نمونه از مشخصه پتانسیل در طول یک سیم کوانتوم که زیر باند هدایت منعکس شده است. نقطه پتانسیل ماکزیمم به عنوان سدی در مقابل شار جریان عمل می‌کند. با افزایش بایاس گیت، سد کاهش یافته و شار جریان افزایش می‌یابد. نقطه پتانسیل ماکزیمم به صورت یک نقطه کوانتوم مدل می‌شود که چگالی حالاتی مشابه چگالی حالات سیم کوانتوم دارد. باقی مانده سیم به عنوان بخشی از اتصالات در نظر گرفته شده است.



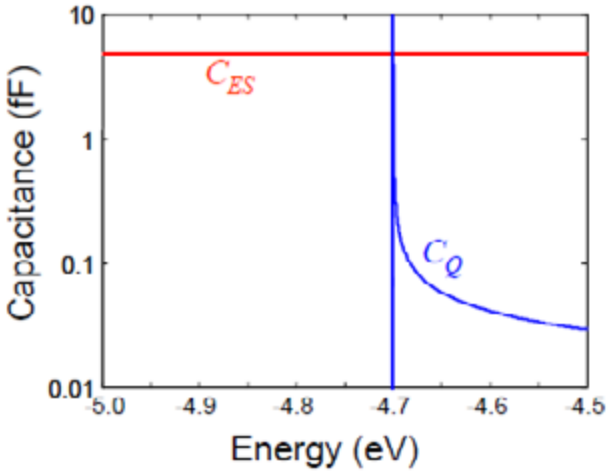
شکل (۴). فرض کنید کانال را با یک نقطه کوانتوم وترانزیستور الکتروستاتیک را با استفاده از خازن مدل کرده‌ایم.

مشخصه جریان – ولتاژ فت سیمی کوانتوم بالستیک در T=0K

خازن الکتروستاتیک نشان داده شده در مقاله‌ی شماره‌ی قبل با استفاده از مدل نقطه کوانتومی از سیم کوانتوم می‌باشد.

در این مثال خازن‌های سورس و درین را نادیده می‌گیریم. خازن گیت در آن شکل برابر با C_G=1af در هر نانومتر از طول گیت است.

در شکل (۵) خازن های الکتروستاتیک و کوانتوم را مقایسه می‌کنیم. دریافتیم که سیم تک مد تعداد حالات نسبتاً کمی دارد. از این رو خازن کوانتومی کوچکی دارد و بالاتراز لبه باند هدایت در ناحیه بار صفر / عایق عمل می‌کند. حتی در وضعیت روشن اثر بار ناچیز است و می‌توانیم بگوییم: $U=-qV_{GS}$



شکل (۵). مقایسه بین خازن‌های الکتروستاتیک و کوانتوم نشان می‌دهد که فقط در لبه باند هدایت $C_Q >> C_{ES}$ است. اما همان‌طور که کانال پر از بار می‌شود، سیم عایق می‌شود.

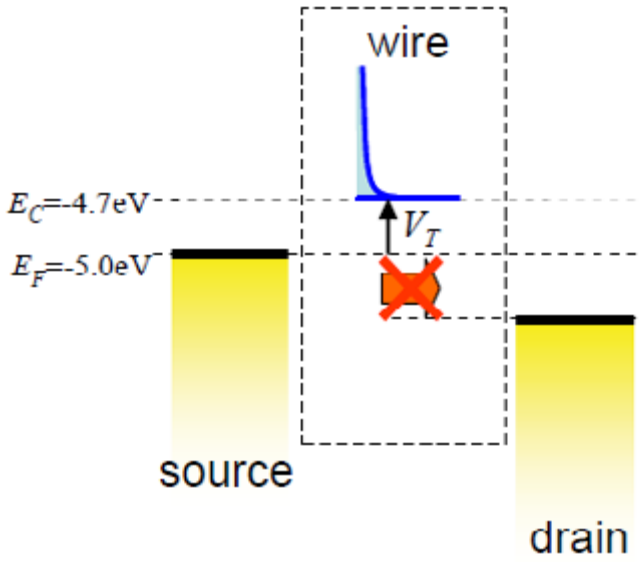
در بایاس مستقیم (وقتی پتانسیل درین کمتر از سورس می‌شود) سه ناحیه عملکرد وجود دارد:

الف) ناحیه قطع: $V_{GS} < V_T$

ولتاژ آستانه را به عنوان اختلاف پتانسیل بین سورس و حداقل مقدار باند هدایت تعریف می‌کنیم. بنابراین در این مثال V_T=0.3V است.

یادآوری می‌کنیم که پتانسیل گیت به پتانسیل سورس بستگی دارد. پس وقتی $V_{GS} < V_T$ باشد، الکترون‌ها نمی‌توانند از طریق سورس تزریق شوند. از این رو هیچ جریانی نمی‌تواند برای ولتاژ مثبت درین جاری شود. این وضعیت خاموش یک فت است.

در دمای $T > 0K$ در صورتی که دنباله توزیع فرمی الکترون‌های سورس، با حالات سیم هم‌پوشانی داشته باشد جریان سورس – درین می‌تواند جاری شود. جریان معادله (۶) را دنبال می‌کند.



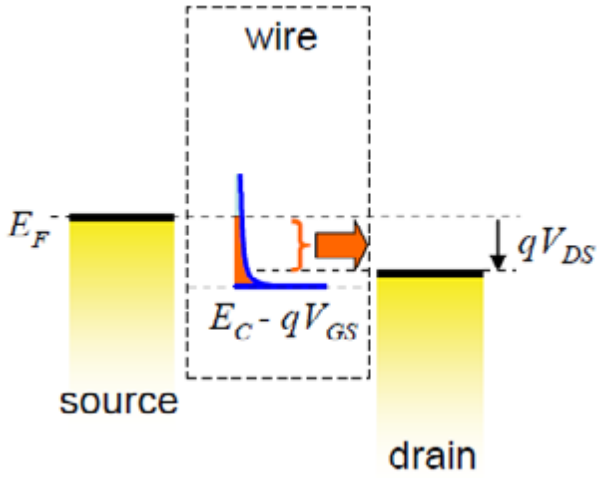
شکل (۶). در حالت خاموش تراز انرژی فت بالا است. بین پتانسیل شیمیایی سورس و درین حالتی برای کانال وجود ندارد.

ب) ناحیه خطی linear : $V_{GS} > V_T , V_{DS} < V_{GS} - V_T$

این ناحیه به عنوان ناحیه خطی شناخته شده است زیرا جریان بایاس به صورت خطی با پتانسیل درین-سورس تغییر می‌کند. معادله (۶) به صورت زیر خلاصه شده است:

$$I_{DS} = \frac{2q^2}{h} V_{DS} \qquad (7)$$

به خاطر داشته باشید در این ناحیه فت در محدوده کوانتوم هادی است و ضریب رسانایی آن در هر حال صفر است.



شکل (۷). در ناحیه خطی جریان با پتانسیل سورس درین محدود می‌شود.

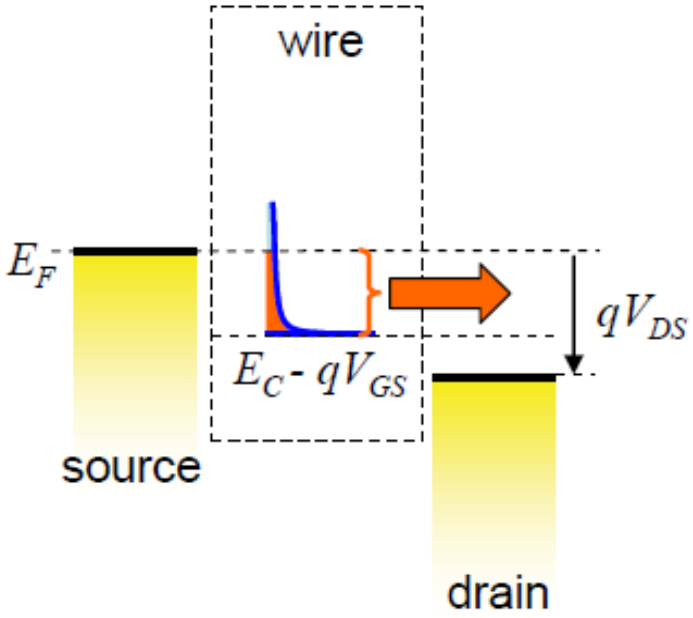
ج) ناحیه اشباع saturation : $V_{GS} > V_T , V_{DS} > V_{GS} - V_T$

به محض اینکه پتانسیل درین از $V_{GS} - V_T$ تجاوز کند، همه بار جبران نشده کانال به درون درین تزریق می‌شود. بنابراین جریان بوسیله پتانسیل گیت محدود می‌شود. این ناحیه به عنوان ناحیه اشباع شناخته می‌شود.

$$I_{DS} = \frac{2q^2}{h}(V_{GS} - V_T) \qquad (8)$$

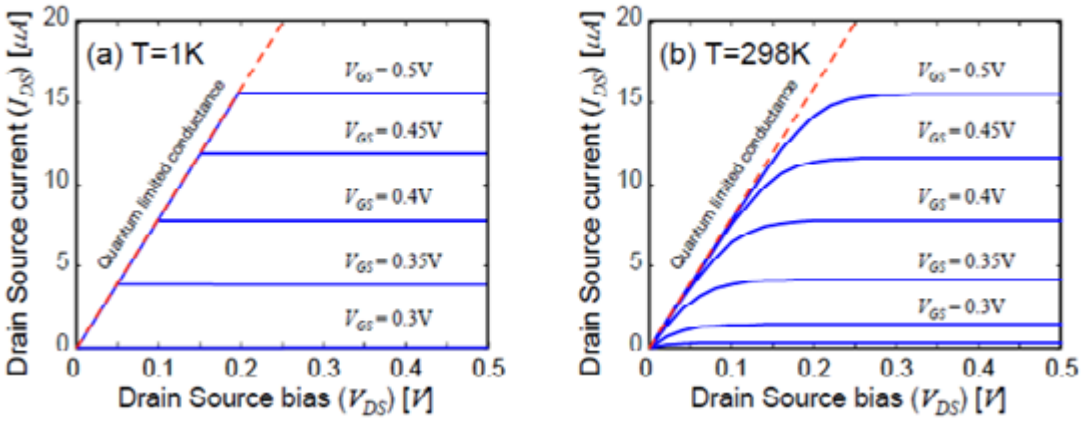
ضریب رسانایی برای یک سیم تک مد در ناحیه اشباع برابر است با:

$$g_m = \frac{2q^2}{h} \qquad (9)$$



شکل (۸). در ناحیه اشباع جریان بوسیله پتانسیل گیت سورس محدود شده است.

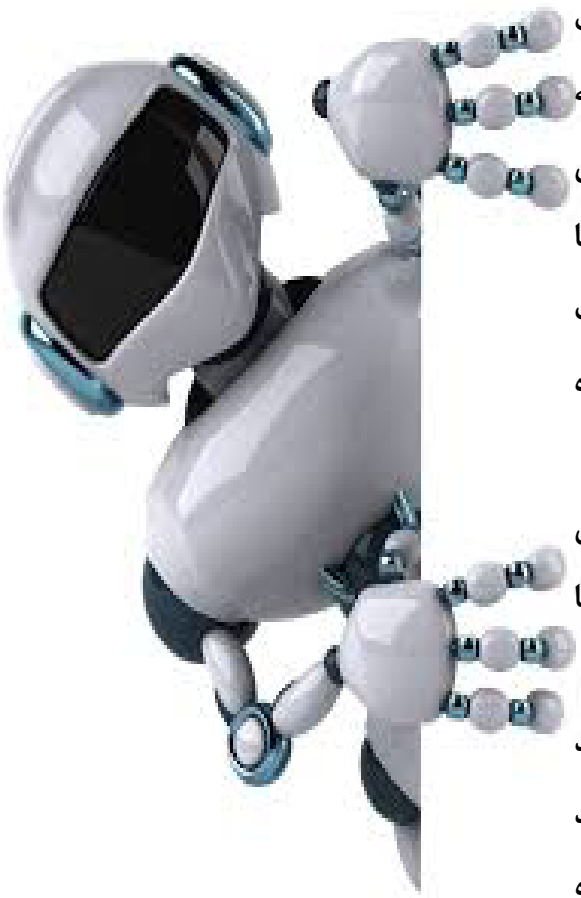
شکل (۸) مشخصه بایاس مستقیم یک فت را در دماهای T=0K و دمای اتاق رسم کرده است. در دمای اتاق خصوصیات عددی از گذار ناحیه خطی به اشباع با فعال سازی حرارتی الکترون‌های بالای سطح فرمی مشخص می‌شوند.



شکل (۹). مشخصه بایاس مستقیم برای یک فت سیمی کوانتومی در (a) T=0K و در (b) دمای اتاق.

مریم فریور
کارشناس ارشد برق-الکترونیک

همه چیز درباره رباتیک



دنیای شگفت انگیزی که در آن زندگی می‌کنیم تحولات دیجیتال و الکترونیک متنوعی را تجربه می‌کند. تحولی که در علوم مختلف در قرن ۲۱ رشد و به سمت احاطه دنیای پیرامون پیش می‌رود. شاید در عصر جدید در ارتباط با رباتیک سخنان بسیاری گفته شده است اما رباتیک یک صنعت یا علم است، مرز باریکی به خود اختصاص داده است.

رباتیک علمی است که با هدف راحتی انسان و افزایش وقت مفید او به وجود آمده است. متاسفانه در کشور ما آن طور که شایسته است شناخته نشده است.

وقتی حرف از ربات می شود همه به فکر یه چیزی می‌افتند که دست و پا دارد و یه سری کار انجام می‌دهد. باید اذعان کرد که در دنیای امروز کارکردها و موارد استفاده ربات‌ها و پیچیدگی عملکردها بسیار گسترده و فراگیر تر از شرایط قبل است. امروزه در دنیای نانو تکنولوژی مثل ساخت آیسی‌های بسیار کوچک که میلیون‌ها المان الکترونیکی را در خود جای داده‌اند، از ربات استفاده می‌شود. دنیای ربات که تلفیقی از الکترونیک، مکانیک، نرم افزار، سخت‌افزار می‌باشد روز به روز در حال گسترش و تکامل است.

تاریخچه رباتیک

در گذشته کشورهای استعمارگر برای افزایش سرمایه و پیشرفت خود به کشورهای ضعیف حمله می‌کردند و با تصرف کشور قربانی، مردم آنجا را به عنوان برده به خدمت می‌گرفتند. از آنها به عنوان نیروی کار رایگان بهره می‌بردند و آنها را در مزارع، کارخانه‌ها، آشپزخانه‌ها و ... به کار می‌گرفتند. اما این برده‌ها چند عیب بزرگ داشتند، مهم‌ترین عیب آن اسارت یک انسان و ظلم به او بود. دیگر عیب آن خستگی برده‌ها بود، برده‌ها نمی‌توانستند ۲۴ ساعت شبانه روز کار کنند.

باید به آنها وقت استراحت می‌دادند. عیب دیگر آنها این بود که ارباب باید آنها را مداوم کنترل می‌کرد. در آن زمان آرزوی اربابان این بود که بردهای غیر انسانی داشته باشند که بتواند ۲۴ ساعته کارکند، دچار خستگی نشود و نیاز به کنترل مداوم نداشته باشد. با توجه به علم آن زمان این رویایی بیش نبود، فقط در تئاتر به نمایش در می‌آمد و به این برده‌های آسمانی ربات می‌گفتند. پیشرفت علوم در طی گذشت زمان و انقلاب صنعتی اروپا، نیاز به برده‌هایی بیشتر با سرعت و دقت بالاتر و خستگی کمتر، بیشتر احساس می‌شد. بنابراین دانشمندان به فکرساخت ماشین‌های خود کار افتادند. تا آن زمان علم در زمینه‌ی برق و مکانیک مقداری پیشرفت کرده بود. از آن به بعد در قسمت‌هایی از کارخانه‌ها از ماشین‌های الکترومکانیکی استفاده می‌شد، به این ترتیب مکانیزاسیون صنعتی آغاز شد. مشکل بزرگ این دستگاه‌ها تک منظوره بودن و عدم انعطاف‌پذیری آنها بود. یعنی با تغییر قسمتی از کارخانه یا محصول تولیدی می‌بایست کل دستگاه‌ها دوباره طراحی می‌شدند.

با پیشرفت هر چه بیشتر علم، کامپیوترها اختراع شدند و گسترش یافتند. تا حدی که در خانه‌ها نیز یافت می‌شد. سپس صنعتگران به فکر ترکیب ماشین‌های الکترومکانیکی با کامپیوترها افتادند، تا بتوان آنها را برنامه‌نویسی کرد. یکی از ویژگی‌های کامپیوتر قابلیت برنامه‌نویسی آن است. همچنین نیاز بود که با یک دستگاه بتوان چندین کار را انجام داد. مثلا دستگاهی که یک نوع ماشین را رنگ می‌زند بتواند با عوض شدن مدل و طرح آن، آنها را نیز رنگ بزند، به این ترتیب رباتها ساخته شدند.

تعریف ربات و رباتیک

همیشه بین صاحب‌نظران و فعالان رباتیک در دانشگاه‌ها بحث در مورد تعریف ربات وجود داشته است. گاهی اوقات بر اساس تولید ربات در شرکتی، تعریفی صنعتی و بر اساس تولید آن شرکت از ربات ارائه می‌شود. در مواردی نسبت به تکنولوژی و فناوری متفاوتی که توسط ربات ارائه داده می‌شود، تعاریف متعددی ایجاد می‌گردد. با این همه در زمان کنونی فناوری ساخت ربات در حدی است که با تکیه بر تکنولوژی جدید و پیشرفته کنونی و با کمی آینده‌نگری می توان تعریف عینی و دست‌یافتنی از ربات کرد. در این جا چند تعریف معتبر ذکر شده است:

- یک دستگاه یا وسیله خودکاری که قادر به انجام اعمالی است که معمولا به انسان‌ها نسبت داده می‌شود و یا مجهز به قابلیتی شبیه هوش بشری است.
- یک ربات هوشمند، ماشین خودکار چند منظورهای است که طیف وسیعی از وظایف متفاوت را، تحت شرایطی که حتی ممکن است به آن شناخت کافی

نداشته باشد، همانند انسان انجام دهد.

موسسه صنعتی رباتیک RAI یا Robotics Industries Association که یک گروه تجاری آمریکایی سازمان یافته به منظور خدمت‌رسانی به صنعت رباتیک می‌باشد، این‌گونه ربات را تعریف می‌کند:

• یک ربات، یک جابجا کننده‌ی چند وظیفه‌ای برنامه‌پذیر است که برای حرکت دادن مواد، قطعات، ابزارها یا وسایل خاص، با استفاده از حرکات برنامه‌ریزی شده‌ی قابل تغییر برای تحقق فرامین مختلف، طراحی شده است.

• اما تعریف علم رباتیک به شکل و مفهوم معنای عام‌تر و کلی‌تر، یک ماشین الکترومکانیکی هوشمند است.

کلمه ربات توسط Karel Capek نویسنده نمایشنامه R.U.R ربات‌های جهانی روسیه در سال ۱۹۲۱ ابداع شد. ریشه این کلمه یعنی رباتیک(robotnic) در اصل یه کلمه از کشور چک اسلواکی گرفته شده است که به معنی کارگر می‌باشد. در نمایش‌نامه وی نمونه ماشین، بعد از انسان بدون دارا بودن نقاط ضعف معمولی او، بیشترین قدرت را داشت و در پایان نمایش این ماشین برای مبارزه علیه سازندگان خود استفاده شد.

البته پیش از آن یونانیان مجسمه متحرکی ساخته بودند که نمونه اولیه چیزی بوده که ما امروزه ربات می‌نامیم.

امروزه معمولاً کلمه ربات به معنی هر ماشین ساخت بشر که بتواند کار یا عملی که به‌طور طبیعی توسط انسان انجام می‌شود را انجام دهد، استفاده می‌شود. ربات یک ماشین هوشمند است که در شرایط خاصی که در آن قرار می‌گیرد، قادر است کار تعریف شده‌ای را انجام دهد و همچنین قابلیت تصمیم‌گیری در شرایط مختلف را نیز ممکن است داشته باشد. با این تعریف می‌توان گفت ربات‌ها برای کارهای مختلفی می‌توانند تعریف و ساخته شوند. مانند کارهایی که انجام آن برای انسان غیر ممکن یا دشوار باشد.

ربات‌ها همانند کامپیوترها قابلیت برنامه‌ریزی دارند. بسته به نوع برنامه‌ای که شما به آنها می‌دهید، کارها و حرکات مختلفی را انجام می‌دهند. رشته دانشگاهی نیز تحت عنوان رباتیک وجود دارد، که به مسایلی از قبیل حسگرها، مدارات، بازخوردها، پردازش اطلاعات و بسط و توسعه ربات‌ها می‌پردازد. ربات‌ها انواع مختلفی دارند از قبیل ربات‌های شمشیرباز، دنبال کننده خط،کشتی‌گیر، فوتبالیست، ربات‌های خیلی ریز تحت عنوان ریزربات‌ها، ربات‌های پرنده و غیره را می توان نام برد.

ربات‌ها برای انجام کارهای سخت و دشواری که بعضی مواقع انسان‌ها از انجام آنها عاجز یا انجام آنها برای انسان خطرناک هستند، مثل ربات‌های که در نیروگاه‌های هسته‌ای وجود دارند استفاده

کاری که ربات‌ها انجام می‌دهند توسط ریزپردازشگرها و ریزکنترل‌گرها کنترل می‌شود. با تسلط در برنامه‌نویسی این دو می‌توانید دقیقا همان کاری را که انتظار دارید ربات انجام دهد.

با توجه به توضیحاتی که داده شد :

ربات ماشینی هوشمند، قابل برنامه‌نویسی و انعطاف‌پذیر است که برای بدست آوردن اطلاعاتی از محیط خود دارای حسگرهایی است. رباتیک علم طراحی، ساخت، نگهداری و تعمیر ربات‌ها است، همچنین رباتیک دانش و فناوری وابسته به ابزارهای مکانیکی کنترل شونده به‌وسیله رایانه است. هدف رباتیک اتصال هوش از ادراک به رفتار می‌باشد. رباتیک در اکثر مواقع در حوزه مهندسی برق، مهندسی مکانیک و مهندسی کامپیوتر کاربرد دارد.

رباتیک علم بکارگیری ربات‌هاست و تاثیر آن را در محصولاتی که هر روزه استفاده می‌کنیم، می‌بینیم.

ایزاک آسیموف نویسنده داستان‌های علمی تخیلی قوانین سه‌گانه رباتیک را به صورت زیر تعریف‌کرده است:

۱. یک ربات نباید به هستی انسان آسیب برساند یا به واسطه بی‌تحرکی، زندگی یک انسان را به مخاطره بیاندازد.

۲. یک ربات باید از دستوراتی که توسط انسان به او داده می‌شود، اطاعت کند؛ جز در مواردی که با قانون یکم در تضاد هستند.

۳. یک ربات باید تا جایی‌که با قوانین یکم و سوم در تضاد نباشد از خود محافظت کند.

مزایای ربات و رباتیک

مزایا کاملاً آشکار است. معمولاً یک ربات می‌تواند کارهایی که ما انسان‌ها می‌خواهیم انجام دهیم را ارزان‌تر انجام دهد. علاوه بر این ربات‌ها می‌توانند کارهای خطرناک مانند نظارت بر تأسیسات انرژی هسته‌ای یا کاوش یک آتش‌فشان را انجام دهند. ربات‌ها می‌توانند کارها را دقیق‌تر از انسان‌ها انجام دهند و روند پیشرفت در علم پزشکی و سایر علوم کاربردی را سرعت بخشند. ربات‌ها به ویژه در امور تکراری و خسته‌کننده مانند ساختن صفحه مدار، ریختن چسب روی قطعات یدکی و... سودمند هستند.

در زیر به عناوین مزایای ربات‌ها اشاره می‌شود:

- افزایش بهره
- افزایش تولید
- بهبود کیفیت کار
- افزایش دقت
- جلوگیری از اتلاف نیروی انسانی
- افزایش سرعت
- کاهش هزینه
- کاهش ضایعات
- چند منظوره بودن
- هوشمند بودن
- عدم خستگی

همچنین می‌توان به مزایای دیگر ربات نیز اشاره کرد:

۱-رباتیک و اتوماسیون در بسیاری از موارد می‌توانند ایمنی، میزان تولید، بهره و کیفیت محصولات را افزایش دهند.

۲-ربات‌ها می‌توانند در موقعیت‌های خطرناک کار کنند و در نتیجه آن جان هزاران انسان را نجات دهند.

۳-ربات‌ها به راحتی محیط اطراف خود توجه ندارند و نیازهای انسانی برای آنها مفهومی ندارد. ربات‌ها هرگز خسته نمی‌شوند.

۴-دقت ربات‌ها خیلی بیشتر از انسان‌هاست، آنها در حد میلی یا حتی میکرو اینچ دقت دارند.

۵-ربات‌ها می‌توانند در یک لحظه چند کار را با هم انجام دهند، ولی انسان‌ها در یک لحظه تنها یک کار انجام می دهند.

۶- ربات‌ها معمولاً در مواردی استفاده می‌شوند که بتوانند کاری را بهتر از یک انسان انجام دهند یا در محیط پرخطر فعالیت کنند.

همه ارزیابی‌ها بر این نکته تاکید دارد که ربات‌ها نقش فزاینده‌ای در جوامع مدرن ایفا خواهند کرد. آنها به انجام کارهای خطرناک، تکراری، پرهزینه و دقیق ادامه می‌دهند تا انسان‌ها را از انجام آنها بازدارند.

صنعت و رباتیک

ربات‌ها اولین بار در سال ۱۹۵۴ در صنعت به کارگرفته شدند که یک بازوی ربات یا **Manipulator** نام داشت و تنها دارای ۳ درجه آزادی بود. ربات‌های صنعتی امروزی اکثراً همان بازوی رباتیکی هستند، ولی با ۶ درجه آزادی و خیلی پیشرفته‌تر نسبت به گذشته کار می‌کنند. ربات‌ها در صنعت به شیوه‌ها، روش‌ها و مدل‌های مختلفی به کارگرفته می‌شوند.

امروزه، ۹۰ درصد ربات‌ها صنعتی هستند، یعنی ربات‌هایی که در کارخانه‌ها، آزمایشگاه‌ها، انبارها، نیروگاه‌ها، بیمارستان‌ها، و بخش‌های مشابه استفاده می‌شوند. در سال‌های قبل، بیشتر ربات‌های صنعتی در کارخانه‌های خودروسازی به کارگرفته می‌شدند،

امروزه، ۹۰ درصد ربات‌ها صنعتی هستند، یعنی ربات‌هایی که در کارخانه‌ها، آزمایشگاه‌ها، انبارها، نیروگاه‌ها، بیمارستان‌ها، و بخش‌های مشابه استفاده می‌شوند. در سال‌های قبل، بیشتر ربات‌های صنعتی در کارخانه‌های خودروسازی به کارگرفته می‌شدند، ولی امروزه تنها حدود نیمی از ربات‌های موجود در دنیا در کارخانه‌های خودروسازی استفاده می‌شوند. مصارف ربات‌ها در همه ابعاد زندگی انسان به سرعت در حال گسترش است تا کارهای سخت و خطرناک را به جای انسان انجام دهند. برای مثال امروزه برای بررسی وضعیت داخلی راکتورها از ربات استفاده می‌شود تا تشعشعات رادیواکتیو به انسان‌ها صدمه نزند.

برخلاف تصور افسانه‌ای عمومی از ربات‌ها به عنوان ماشین‌های سیار انسان‌نما که تقریباً قابلیت انجام هر کاری را دارند، بیشتر دستگاه‌های رباتیک در مکان‌های ثابتی در کارخانه‌ها بسته شده‌اند. در فرایند ساخت با کمک کامپیوتر، اعمال قابلیت انعطاف، ولی محدودی را انجام می‌دهند. چنین دستگاهی حداقل شامل یک کامپیوتر برای نظارت بر اعمال، عملکردها و اسباب انجام دهنده عمل مورد نظر می‌باشد. علاوه بر این، ممکن است حسگرها، تجهیزات جانبی یا ابزاری را برای فرمان داشته باشد. بعضی از ربات‌ها، ماشین‌های مکانیکی نسبتاً ساده‌ای هستند که کارهای اختصاصی مانند جوشکاری و یا رنگ افشانی را انجام می‌دهند.

سایر سیستم‌های پیچیده‌تر که بطور همزمان چند کار انجام می دهند، از دستگاه‌های حسی برای جمع آوری اطلاعات مورد نیاز در کنترل کارشان نیاز دارند. حسگرهای یک ربات ممکن است بازخورد حسی ارائه دهند، به‌طوری که بتوانند اجسام را برداشته و بدون آسیب زدن در جای مناسب قرار دهند. ربات دیگری ممکن است دارای نوعی دید باشد، که عیوب کالاهای ساخته شده را تشخیص دهد. بعضی از ربات‌های مورد استفاده در ساخت مدارهای الکترونیکی، پس از مکان‌یابی دیداری علامت‌های تثبیت مکان بر روی برد، می توانند اجزا بسیار کوچک را در جای مناسب قرار دهند. ساده‌ترین شکل ربات‌های سیار برای رساندن نامه در ساختمان‌های اداری، جمع‌آوری و رساندن قطعات در ساخت، دنبال کردن مسیر یک کابل قرار گرفته در زیر خاک یا یک مسیر رنگ شده که هرگاه حسگرهایشان در مسیر یا فردی را پیدا کنند متوقف شوند، استفاده می‌گردد. ربات‌های بسیار پیچیده‌تر در محیط‌های نامعین‌تر مانند معادن استفاده می شود.

ربات‌های صنعتی زیادی ساخته شده‌اند و انجمن صنایع رباتیک این تعریف را برای ربات صنعتی ارائه کرد:

ربات صنعتی یک وسیله چند کاره و با قابلیت برنامه‌ریزی چند باره است که برای جا به جایی قطعات، مواد، ابزارها با وسایل خاص به وسیله حرکات برنامه‌ریزی شده برای انجام کارهای مختلف استفاده می‌شود. در سال ۱۹۶۲ میلادی شرکت خودروسازی جنرال موتورز نخستین ربات Unimate را در خط مونتاژ خود به کار گرفت. امروزه کمتر کارخانه‌ای را می‌توان یافت که در آن از ربات استفاده نشود . بازوهای رباتیکی که بدون استراحت قطعات و محصولات را از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر جا به جا می‌کنند. ربات‌های جوشکار، ربات‌های رنگرز، ربات‌های بسته‌بند، ربات‌های تراشکار، ربات‌های چاپگر، ربات‌های کنترل کیفیت، ربات‌ها سوراخکار، ربات‌های کنترل دما، ربات‌های هشدار دهنده‌ی نشت گاز، ربات‌های غربال سانتریفوژهای خودکار و ... همگی نمونه‌هایی از ربات‌های صنعتی هستند.کارخانه‌ها برای افزایش سرعت، کیفیت و دقت، همچنین هزینه‌ی پایین‌تر به سمت رباتیکی کردن تمامی قسمت‌های کارخانه پیش می‌روند. در بعضی از قسمت‌ها که برای انسان خطرناک است مانند جوشکاری، رنگ پاشی، سموم شیمیایی و ... ناچار به استفاده از ربات می‌شوند.

وضعیت رباتیک در ایران

وضعیت رباتیک در ایران فاجعه بار است. به طوری که می‌توان گفت: رباتیک در ایران هنوز شناخته شده نیست. این وضعیت در حالی است که ایران یکی از بزرگترین وارد کنندگان ربات‌های صنعتی است. هر ساله ارز زیادی بابت خرید ربات از کشور خارج می‌شود. در بیشتر کارخانه‌های ما از ربات‌ها استفاده می‌شود. کارخانه‌هایی مانند فولاد، خودروسازی، مواد غذایی و ... را می توان تقریبا تمام رباتیک دانست.

اما متاسفانه تمام ربات‌های آن وارداتی است، حتی نصب، کنترل و تعمیر آن بر عهده‌ی خارجی‌ها می‌باشد. به منظور عقب نماندن کشور در علم رباتیک، رشته‌ی مهندسی رباتیک در سال ۱۳۸۱ تاسیس شد. یکی از مشکلات دانش آموختگان این رشته در کشور این است که کسی این رشته را نمی‌شناسد و اصلا نمی‌داند ربات چیست. وقتی از ربات صحبت می‌شود به یاد اسباب بازی آدم آهنی کودکان و فیلم‌های سینمایی می‌افتند. دیگر مشکل دانش آموختگان عدم اعتماد صنعت کشور به آنهاست. صنعت گران حاضرند چندیدن برابر آن هزینه کنند ولی از نیروی خارجی استفاده نمایند. دیگر مشکل این رشته کمبود امکانات دانشگاهی و قدیمی بودن امکانات فعلی آنهاست.

بعضی از افراد در ایران استفاده از ربات را مساوی اخراج نیرو کار می‌دانند و با توسعه‌ی آن مخالفت می‌کنند. اما آنها از این قافل هستند که گماردن نیروی انسانی به کارهای روزمره و تکراری اتلاف نیروی انسانی است. به جای انجام کار بیهوده می‌توان آنها را در جایی دیگر به خدمت گرفت. هر ساله چندین مسابقات رباتیک در سطح کشور برگزار می‌شود.

متاسفانه روز یا هفته‌ای در سال را به عنوان هفته‌ی رباتیک، حداقل برای یادآوری اهمیت آن انتخاب نشده است. همچنین برای بهبود وضعیت آن کوششی انجام نشده و این روند همچنان ادامه دارد. علم رباتیک در کشور ما علمی نو است و آینده‌ای روشن و پویا خواهد داشت. امید است با آموزش رباتیک در مدارس و فرهنگ‌سازی مناسب بتوان قدم‌های روشنتری از توسعه این علم در سطح کشور برداریم و بتوانیم نقش تعیین کننده‌ای در جهان رباتیک داشته باشیم.

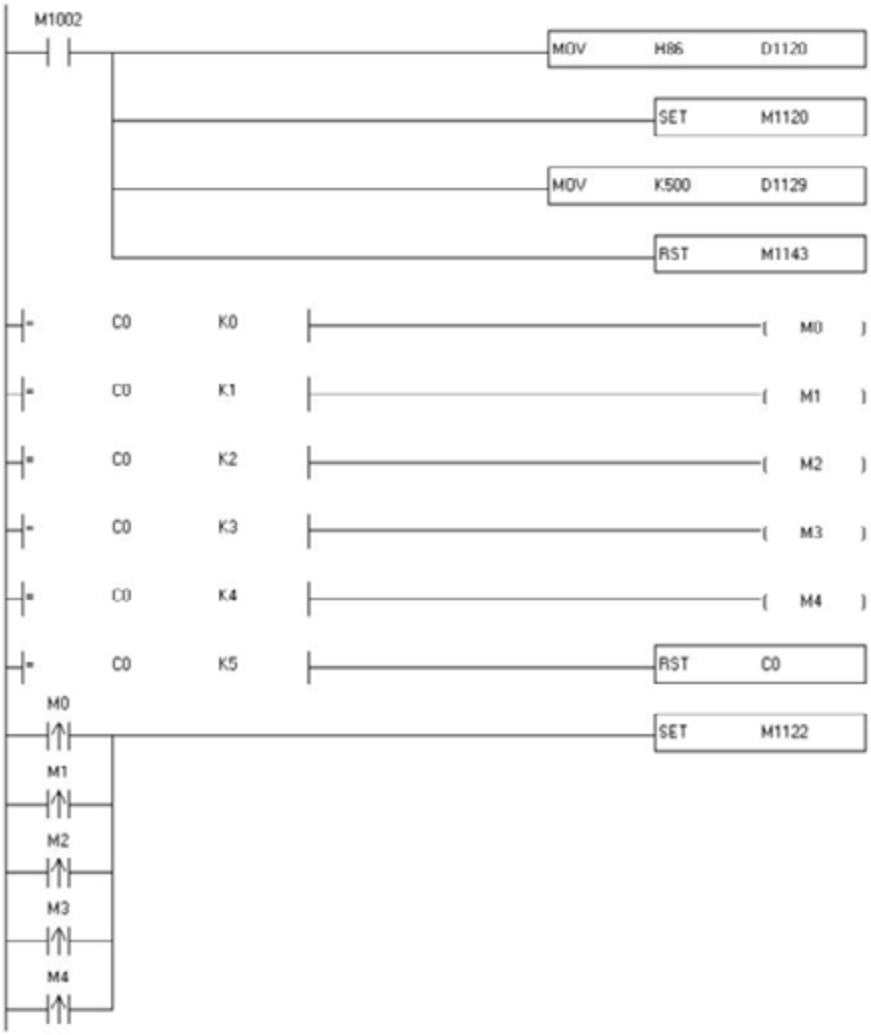
الگار یکانی مطلق
کارشناس ارشد منابع طبیعی

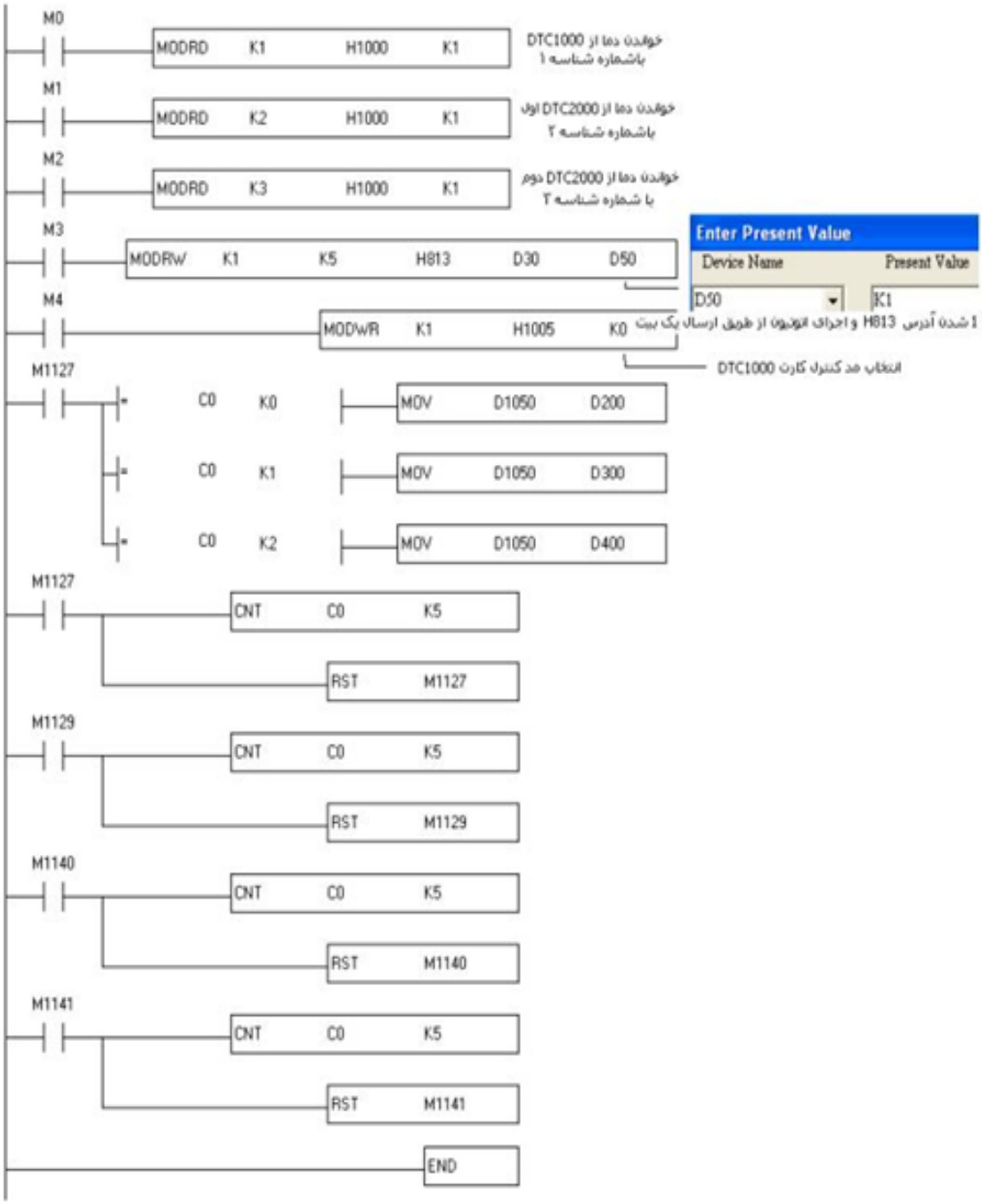
ارتباط PLC و کنترلر دما سری DTC از طریق شبکه مدباس

هدف کنترل :

- برقراری ارتباط DTC1000 با شماره شناسه ۱ و دو کارت DTC2000 متصل به آن که شماره شناسه این دو کارت به طور اتوماتیک ۲ و ۳ می‌شود .
- اجرای Auto-tune در کارت DTC1000 با استفاده از دستور MODRW و آدرس H813
- برقراری ارتباط PLC با دو کارت DTC1000 و تغییر شماره شناسه کارت DTC1000 از طریق آدرس H1071 .
- نحوه‌ی آدرس‌دهی کارت‌های DTC2000 متصل به DTC1000

برنامه کنترل :




M0
MODRD K1 H1000 K1
خواندن دما از DTC1000
باشماره شناسه ۱
M1
MODRD K2 H1000 K1
خواندن دما از DTC2000 اول
باشماره شناسه ۲
M2
MODRD K3 H1000 K1
خواندن دما از DTC2000 دوم
با شماره شناسه ۳
M3
MODRW K1 K5 H813 D30 D50
Enter Present Value
Device Name
Present Value
D50
K1
M4
MODWR K1 H1005 K0
ارسال یک بیت
انتخاب ضد کنترل کارت DTC1000
M1127
C0 K0 MOV D1050 D200
C0 K1 MOV D1050 D300
C0 K2 MOV D1050 D400
M1127
CNT C0 K5
RST M1127
M1129
CNT C0 K5
RST M1129
M1140
CNT C0 K5
RST M1140
M1141
CNT C0 K5
RST M1141
END

طرز کار برنامه کنترل :

• در این برنامه کارت DTC1000 با شماره شناسه ۱ و دو کارت DTC2000 متصل به آن موجود است. شماره شناسه این دو کارت ۲ و ۳ می‌شود. در برنامه فوق مقدار دمای سنسور PT100 متصل به کارت‌ها از طریق آدرس H1000 خوانده شده و در رجیسترهای D200/300/400 ذخیره می‌شود .

• با اجرای دستور MODRW K1 K5 H813 D30 D50 و D50=K1 ، **Auto-tune** کنترلر **PID** در کارت ۱ اجرا می‌شود .

• با اجرای دستور MODWR K1 H1005 K0، مد کنترلی کارت را می‌توان تنظیم نمود. در این برنامه کارت DTC1000 مد PID (0) انتخاب شده است .

• حال، اگر بخواهید **PLC** با دو کارت DTC1000 که به هرکدام کارت DTC2000 متصل است، ارتباط برقرار کند، تنها باید شماره شناسه کارت **DTC** دوم را از طریق آدرس H1071 از ۱ به مقدار مورد نظر تغییر دهید. با اجرای دستور MODWR K1 H1071 K100 شماره شناسه از ۱ به ۱۰۰ (یا عدد دلخواه) تغییر می‌کند . نکته ی مهم این است که شماره شناسه کارت DTC2000 متصل به آن را نیز باید به ۱۰۱ تغییر داد. زیرا DTC1000 در حالت **default** به کارت های DTC2000 متصل به آن آدرس های ۳ , ۲ و . . . می‌دهد. کافیست با اجرای دستور MODWR K100 H1022 K1 ، به آدرس H1022 مقدار ۱ را وارد نموده و یک بار آن را **Repower** کنید تا آدرس اولین کارت DTC2000 برابر ۱۰۱، کارت بعدی ۱۰۲ و . . . شود .

سید مهدی حسینی
کارشناسی برق- قدرت

آشنایی با برخی حروف اختصاری و استانداردهای برق

۱. حروف اختصاری و تعاریف:

- AC: جریان متناوب
- A/D و D/A: تبدیل آنالوگ/دیجیتال و دیجیتال/آنالوگ
- ASCII: نظام‌نامه استاندارد آمریکایی جهت تبادل اطلاعات (American Standard Code for Information Interchange)
- BER: نرخ خطای بیت (Bit Error Rate)
- BOM: لیست قطعات (Bill of Material)
- CAD: طراحی به کمک کامپیوتر (Computer Aided Design)
- CPU: واحد پردازش مرکزی (Central Processing Unit)
- DC: جریان مستقیم (Direct Current)
- DR: احیاء مستقیم (Direct Reduction)
- DCS: سیستم توزیع شده کنترل (Distributed Control System)
- DVD: لوح همه کاره دیجیتال (Digital Versatile Disc)
- EMI: رابط الکترومغناطیسی (Electromagnetic Interference)
- FAT: آزمون پذیرش کارخانه (Factory Acceptance Test)
- F.S: به مقیاس کامل (Full Scale)
- HMI: رابط انسان ماشین (Human Machine Interface)
- IFAT: آزمون جامع پذیرش کارخانه (Integrated Factory Acceptance Test)
- I/O: ورودی/خروجی (Input/Output)
- IP: درجه حفاظت (Ingress Protection)
- IS: ذاتا ایمن (Intrinsically Safe)
- ISO: سازمان بین‌المللی استاندارد (International Standards Organization)
- LAN: شبکه محلی (Local Area Network)
- LCD: صفحه نمایش کریستال مایع (Liquid Crystal Display)

- LED: دیود ساطع کننده نور (light-emitting diode)
- LV: ولتاژ پایین (Low Voltage)
- MAP: پروتکل خودکارسازی تولید (Manufacturing Automation Protocol)
- MCC: مرکز کنترل موتور (Motor Control Centre)
- MDT: متوسط زمان توقف (Mean Down Time)
- MOV: شیر با عملگر موتوری (Motor Operated Valve)
- MTBF: زمان میانگین بین دو خرابی (Mean Time Between Failures)
- MTTR: زمان میانگین تعمیر (Mean Time to Repair)
- NIS: ذاتا غیر ایمن (Non-Intrinsically Safe)
- OER: گزارش ثبت شده‌ی اپراتور (Operator Entry Report)
- OS: سیستم عامل (Operating System)
- OSI: اتصال متقابل سامانه‌های باز (Open System Interconnection)
- PC: کامپیوتر شخصی (Personal Computer)
- PID: تناسبی-انتگرال‌گیر-مشتق‌گیر (Proportional-Integrative-Derivative)
- P&ID: دیاگرام لوله‌کشی و ابزار دقیق (Piping and Instrumentation Diagram)
- PLC: سیستم کنترل برنامه‌پذیر (Programmable Control System)
- PV: فتو ولتائیک (Photovoltaic)
- PVC: پلی وینیل کلورایید (Polyvinyl Chloride)
- QA: تضمین کیفیت (Quality Assurance)
- QC: کنترل کیفیت (Quality Control)
- QCTM: راهنمای آزمایش و کنترل کیفیت (Quality Control and Testing Manual)
- QWERTY: این عبارت جهت توصیف صفحه کلید ایجاد شده بر اساس الفبای لاتین به کار می‌رود.
- RAM: حافظه با دسترسی تصادفی (Random Access Memory)
- RIU: واحد واسط راه دور (Remote Interface Unit)
- RFI: تداخل فرکانس رادیویی (Radio Frequency Interference)
- ROM: حافظه فقط خواندنی (Read Only Memory)

- RTD: آشکارساز مقاومتی دما (Resistance Temperature Detector)
- SAT: آزمون پذیرش سایت (Site Acceptance Test)
- SI: مؤسسه استاندارد (Standard Institute)
- Sec: ثانیه (Second)
- SOE: رشته حوادث (Sequence Of Events)
- USB: Universal Serial Bus

انجمن‌ها و استانداردها

-I.S.A.- Instrument Society of America انجمن ابزار دقیق آمریکا

-I.E.C.- International Electro Technical Commission کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیکال

-D.I.N.- Deutsche Institut fur Norman مؤسسه استاندارد ملی آلمان

-ASME- American Society of Mechanical Engineers انجمن مهندسین مکانیک آمریکا

-ASTM- American Society for Testing and Materials انجمن آزمایش و مواد آمریکا

-ANSI- American National Standards Institute مؤسسه ملی استانداردهای آمریکا

-NEC- National Electric Code نظام‌نامه ملی برق

-ISO -International Organization of Standardization مؤسسه بین‌المللی استانداردسازی

-NFPA- National Fire Protection Association انجمن ملی حفاظت در مقابل آتش آمریکا

-BS- British Standards استانداردهای بریتانیا

- EIA - Electronics Industries Association انجمن صنایع الکترونیک

- IEEE- Institute of Electrical and Electronics Engineers مؤسسه مهندسین برق و الکترونیک

- ANSI- American National Standards Institute مؤسسه ملی استانداردهای آمریکا

مهدی عارف خیابانی
کارشناسی برق-الکترونیک

سخن پایانی

فصلنامه تخصصی مهندسی برق و کامپیوتر

صاحب امتیاز

نواندیشان

(www.noandishaan.com)

مدیر مسئول

مهدی عارف خیابانی

سردبیر

ایمان انصاری

ویراستار و صفحه آرا

زهرا شفیعی

طراح جلد

زهره شفیعی

دیگر همکاران

مهسا سرائی

امین شیخ نجدی

مریم فریور

الگار یکانی مطلق

محمد جهانی

سیدمهدی حسینی

شماره سیزدهم مجله تخصصی کهربا با کمک و همکاری دوستان زیادی به پایان رسید، امیدوارم این شماره از مجله هم مورد توجه‌ی شما قرار گرفته باشد. در پایان این شماره مجدد از تمام کسانی که نقشی حتی کوچک در آماده‌سازی و انتشار این نسخه از مجله را داشته‌اند، تشکر می‌کنم.

مطمئنا نظرات، پیشنهادات و انتقادات شما کمک شایانی در بهتر شدن و رفع کاستی‌های مجله خواهد داشت. در این شماره نیز سعی بر آن شد که تا جای امکان نظرات و انتقادات مخاطبان مجله را در نظر گرفته و اشکلات موجود را بر طرف کنیم.

امیدوارم در شماره‌های آتی نیز همراه ما باشید، برای ارسال مطلب، نظرات، انتقادات و پیشنهادات خود می‌توانید از ایمیل مجله استفاده کنید:

kahroba@noandishaan.com

منتظر مطالب و نظرات خوب شما هستیم، لطفا گروه مجله تخصصی کهربا (Kahroba) در LinkedIn را هم فراموش نکنید.

با آرزوی شادی و موفقیت برای همه‌ی شما عزیزان

با تشکر