Archive of SID

بکارگیری فناوری انتقال توان بی‌سیم جهت شارژ تجهیزات الکترونیکی قابل استفاده در پلیس هوشمند

بهزاد لک[۱]، بهنام درستکاریاقوتی[۲]، احمد دولتخواه[۳]، راهب هاشم پور[۴]

۱-استادیار گروه فنآوری اطلاعات و ارتباطات دانشگاه علوم انتظامی امین، تهران، ایران.

Behzad_lak@yahoo.com

۲- گروه فنآوری اطلاعات و ارتباطات دانشگاه علوم انتظامی امین، تهران، ایران

behnamdorostkar@gmail.com

۳-دانشجوی دکتری، دانشگاه عالی دفاع ملی- تهران- ایران

ict.ahmad93@gmail.com

۴- گروه فنآوری اطلاعات و ارتباطات دانشگاه علوم انتظامی امین، تهران، ایران

raheb565@gmail.com

چکیده: در حال حاضر در گستره جغرافیایی کشور انواع مختلف جرم رخ داده و پلیس به عنوان سازمانی پیشرو در هر لحظه، داده‌هایی را تولید نموده که نیاز به پردازش سریع و تحلیل خواهد بود تا در ماموریت‌ها مورد بهره برداری قرار گیرد. این امر نیاز به سازوکار هوشمندی است که بدون استفاده از ظرفیت‌های ماشینی امکان بهره‌برداری از آن‌ها نخواهد بود. افزایش تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در یک سازمان منجر به مصرف انرژی خواهد شد، با دیدگاه محیط پیرامونی پاک، بدون کابل و سیم و همچنین اتصال همیشگی سیستم‌ها و پایداری آن‌ها، فناوری انتقال توان بی‌سیم بهترین گزینه برای شارژ از راه دور تجهیزات الکترونیکی می‌باشد تا در تمامی ماموریت‌ها، سخت افزارها به صورت بی‌سیم شارژ شده و عملیات بواسطه قطع شدن سیستم، مختل نگردد. در راستای هوشمندسازی پلیس می‌توان انواع تجهیزات الکترونیکی موجود در مرزبانی، راهور، و کلانتری و ... را به فناوری انتقال توان بی‌سیم تجهیز نمود که باعث حذف کابل‌ها و قابلیت شارژ از راه دور خواهد شد. پژوهش از نظر هدف کاربردی و به روش شبیه‌سازی اجرا شده است. از آنجاییکه راندمان فرستنده منوط به طراحی دقیق بخش تقویت‌کننده می‌باشد، در این مقاله تقویت‌کننده توان کلاس **E** در فرکانس ۱۴۵ مگاهرتز طراحی و در نرم افزار **ADS** شبیه‌سازی و راندمان ۲/۷۷ بدست آمده است تحلیل‌ها نشان می‌دهد به کمک این فناوری می‌توان در مکان‌ها و ماموریت‌های مختلف پلیس، تجهیزات را به صورت دائمی شارژ نمود.

واژه‌های کلیدی: پلیس هوشمند، انرژی، انتقال توان بی‌سیم، تجهیزات الکترونیکی، تقویت کننده کلاس **E**

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۴/۱۸	**تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۰۴**
از صفحه ۵۷ تا ۶۵	**نوع مقاله : پژوهشی**
نویسنده مسئول: بهنام درستکاریاقوتی	**نشریه علمی فناوری اطلاعات و ارتباطات انتظامی- دوره دوم- شماره ۶ - تابستان ۱۴۰۰**

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

از آنجاییکه مرز قلمرو حاکمیت یک کشور محسوب می‌گردد، بدون شک مرز کنترل شده و مطمئن نشانه قدرت و ثبات یک کشور محسوب و در نتیجه آن اعتماد و اعتبار بین المللی کسب می‌گردد. امنیت یکی از اساسی‌ترین نیازهای جامعه و مهم‌ترین عامل دوام هر منطقه می‌باشد و نتیجه آن برقراری نظم و آرامش در بین مردم خواهد شد و این مورد همواره در طول تاریخ، برای حکومت‌ها دارای ارزش می‌باشد [۱]. با برقراری امنیت در مرزهای یک کشور، دغدغه اغتشاش و بروز حوادث ناگوار در کشور کاهش خواهد یافت زیرا با پایش و کنترل دقیق می‌توان از ورود افراد و تجهیزات غیرمجاز به داخل خاک کشور جلوگیری نمود. در این راستا یکی از اقدامات موثر برای حفظ و حراست محیط خاکی و آبی، استفاده از تجهیزات و فناوری‌های هوشمند ازجمله رادارها، پهپادها و پرنده‌های بدون سرنشین، سیستم‌های موقعیت‌یاب جهانی، پایش تصویری، شبکه‌های حسگر بیسیم، انواع دستگاه‌های الکترونیکی مانند موبایل، دوربین، لپ تاپ، سیستم‌های روشنایی هوشمند داخل انواع ساختمان‌ها (مانند پاسگاه‌های مرزی، پادگان‌ها، پارکینگ و غیره) می‌باشد [۲]. همواره افزایش اقتدار در مرزهای کشور مورد توجه بوده و با پیشرفتهای تکنولوژی، اندیشمندان تلاش کرده اند تا نحوه استفاده و میزان بهرهوری انواع سخت افزارها و نرم‌افزارها را در بهبود فرآیندها مورد تحلیل قرار دهند که دراین راستا تاثیر بهره‌مندی از فناوری‌های نوین در ارتقای امنیت مرز برای تجهیزات الکترونیکی مورد بررسی قرار گرفته و نشان داده شده است که بکارگیری دستگاه‌های الکترونیکی باعث پیشگیری از جرایم مرزی می‌گردد [۳]. تاکنون سخت افزارها و تجهیزات مختلفی در سطح پلیس استفاده شده است که نیاز است تا از دیدگاه عملکرد و روش‌های ارتقای سطح کیفیت و بهره‌وری آن‌ها تحلیل‌هایی صورت پذیرفته و در حد امکان در مجامع علمی منتشر گردد. در راستای هوشمندسازی پلیس در آینده، بررسی وضع موجود مربوط به سخت‌افزاری، نرم‌افزاری، معماری سازمانی و غیره جهت ارتقاء یک الزام می‌باشد زیرا هرگونه اقدامی بدون مطالعه و تحقیق ناقص خواهد بود.

استفاده از دوربین‌ها بر روی لباس یکی از تجهیزات هوشمندی است که می‌تواند صحنه عملیات را به صورت کامل ضبط نماید و علاوه بر تحلیل و تصدیق برای قضاوت، به عنوان تجربه برای سایر ماموریت‌ها قابل استفاده می‌باشد. در مناطقی از مرز، امکان پایش به صورت مستمر توسط انسان وجود ندارد و از تجهیزات شبکه حسگر بیسیم (شامل انواع سنسورهای حساس به حرکت، نور، صدا) استفاده می‌گردد [۴]. در مواردی با توجه به نوع ماموریت لازم است تا مناطق تحت پوشش و یا خودروهای گشتی، به انواع دوربین مجهز شوند تا به صورت شبانه‌روز حوزه استحفاظی را رصد نمایند. پهپادها و پرنده‌های بدون سرنشین نیز یکی دیگر از تجهیزاتی هستند که می‌توانند در مناطق صعب العبور، فاصله‌های دور و نزدیک را کنترل و در افزایش امنیت مرزها، کمک شایانی را انجام دهند [۵].

در سالیان گذشته، با تغییر جرائم در سطح کشور، نحوه استفاده و نوع تجهیزات پلیس دچار تغییراتی شده است و در راستای هوشمندسازی پلیس، تغییرات چشمگیری در سطح سخت افزارها، سنسورها و دوربین‌ها صورت می‌گیرد. در نقاط مختلف محدوده عملکردی پلیس، از مرزبانی تا کلانتری‌ها، تجهیزاتی مبتنی فناوری اطلاعات و ارتباطات وجود دارند که این تجهیزات مادامی که روشن بوده و سرویس ارائه می‌گردد باعث افزایش اقتدار و بقای سازمان خواهند بود، اهمیت و ضرورت انرژی دستگاه‌های الکترونیکی هنگامی مشخص می‌شود که عملیات آغاز شده باشد و بدلیل عدم وجود سیستم، ارتباطات قطع و امکان بهره برداری از سخت افزار وجود نداشته باشد. عدم وجود انرژی در دستگاه و قطع شدن در هر لحظه باعث کاهش دقت و سرعت در ماموریت خواهد شد که در نتیجه نفوذ بیگانگان به خاک کشور، کاهش امنیت عمومی و در نهایت تلفات جانی و مالی را به دنبال دارد لذا با این رویکرد می‌توان ادعا کرد که تحقیق حاضر از اهمیت ویژه ای برخوردار است و ساخت و خرید تجهیزات با قابلیت استفاده از فناوری مورد بحث، می‌تواند افزایش اقتدار سازمان را به همراه داشته باشد.

هدف از انجام تحقیق حاضر ارائه راه حل عملی جهت توسعه فناوری در راستای هوشمندسازی پلیس می‌باشد که در نتیجه به روز بودن تجهیزات در مرزهای کشور، کلانتری‌ها و کلیه اماکن سازمانی، امنیت و آرامش برای جامعه منجر خواهد شد. یکی از چالش‌های ساختار انتقال توان بی‌سیم، افزایش راندمان بخش فرستنده می‌باشد که در این تحقیق به دنبال پاسخ دادن به این سوال است که چگونه می‌توان با استفاده از فناوری انتقال توان بی‌سیم، انرژی تجهیزات الکترونیکی و مخابراتی در سازمان‌ها را تامین نمود؟ همچنین ساختار بهینه برای بهبود راندمان طراحی خواهد شد.

۲- سیستم انتقال توان بی‌سیم

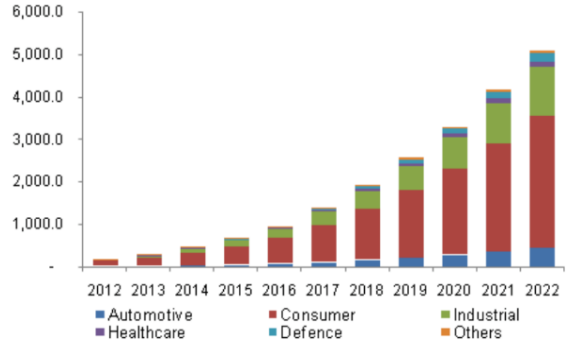
یکی از مولفه‌های پلیس هوشمند، استفاده بهینه از سخت افزارها می‌باشد و عملیاتی نمودن انواع تجهیزات در شرایط عادی و بحرانی می‌باشد، لذا برای تامین انرژی دستگاه‌های الکترونیکی، می‌توان کابل‌ها را حذف نمود و به صورت بی‌سیم انرژی را از منبع به دستگاه مد نظر

www.SID.ir

Archive of SID

منتقل کرد. اتصال انواع دستگاه‌ها به منبع تغذیه از طریق کابل در دراز مدت باعث به وجود آمدن مشکلات فراوانی از جمله قطعی و زیست محیطی در طول زمان مصرف شود. با توجه به مشکلات مطرح شده برای انرژی الکتریکی تجهیزات بیان شده، فناوری سیستم انتقال توان بی‌سیم[1] (WPT) گزینه‌ای مناسب برای شارژ دستگاه‌های الکترونیکی و مراقبتی به صورت بدون سیم می‌باشد. با استفاده از این فناوری، کابل در تجهیزات الکترونیکی حذف می‌شود و در برخی موارد به عنوان سیستم پشتیبان برای شارژ سیستم‌ها مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد [۶]. در دنیایی که علم و فناوری به سرعت در حال رشد است، استفاده ار تجهیزات و خدمات الکترونیکی هوشمند منجر به بهبود انجام فرآیندها و افزایش بهره وری خواهد شد، حال هنگامی که حفظ و حراست از مرزهای کشور مد نظر باشد، نقش فناوری در تامین امنیت را تضمین خواهد کرد [۷]. در حوزه تجهیزات الکترونیک با توجه به عملکرد سیستم در حوزه توان مصرفی، اندازه و راندمان، محققان به دنبال راه حل برای پایداری سیستم‌ها می‌باشند تا ارائه سرویس با اختلال روبرو نگردد [۸]. برای اتصال دستگاه‌ها به منبع تغذیه از طریق کابل در برخی مکان‌ها محدودیت وجود دارد. همچنین تعدادی از وسایل الکترونیکی دارای باتری قابل شارژ بوده و در برخی از این وسایل امکان شارژ به صورت ارتباط مکانیکی وجود ندارد و نیاز است که با فاصله و بدون سیم در فواصل مختلف شارژ شوند. تعداد بیشمار دستگاه مصرف کننده برق و تعداد زیاد سیم‌ها باعث شد تا محققان به دنبال حذف سیم‌های ارتباطی باشند و انرژی الکتریکی را به صورت بدون سیم به دستگاه مقصد منتقل نمایند [۹]. لذا طراحی سیستم انتقال انرژی به صورت بدون سیم یکی از مباحث چالشی و جذاب در تحقیقات کاربردی است که علاوه بر صنعت، در سیستم‌های نظامی بویژه سخت افزارهای موجود در مرزبانی کاربرد دارد و مبدل‌های چند سطحی مورد بررسی قرار گرفته‌اند [۱۰]. در ابتدای سال ۲۰۱۲ این موضوع به صورت تجاری مطرح شد و در سال‌های اخیر با توجه به ورود نسل پنجم شبکه‌های مخابراتی و اتصال انواع سیستم‌ها به اینترنت در جامعه، تجارت سیستم انتقال توان بی‌سیم رشد چشمگیری پیدا نموده و مطابق شکل (۱) پیش بینی می‌شود تا ۲۰۲۲ علاوه بر حوزه‌های عمومی، در بخش نظامی و پزشکی نیز مورد استفاده قرار گیرد [۱۱].

عدم استفاده از سیم و کابل در تجهیزات الکترونیکی، جلوگیری ازورود گرد و غبار وآب به ابزار الکترونیکی، متوقف کردن شارژر درصورت پرشدن باتری، ماندگاری و دوام بیشتر، از مزایای استفاده از انتقال دهنده توان بی‌سیم می‌باشد. در پلیس هوشمند مقرر شده است که انواع تجهیزات، حسگرها و سامانه‌ها به صورت شبانه روزی به نیروها کمک نموده و پشتیبانی از عملیات‌ها بر عهده داشته و قطع شدن تجهیزات بواسطه عدم وجود انرژی در عصر حاضر قابل توجیه نبوده و لازم است با تحقیق علمی و ارائه راه کارهای کاربردی، تجهیزات را بروزرسانی و برای ارائه خدمات ۲۴ ساعته آماده نمود. به واسطه تعداد زیاد دستگاه‌های الکترونیکی که همگی برای بقاء نیاز به کابل دارند، پیشنهاد استفاده از سیستم انتقال توان بی‌سیم با راندمان بالا می‌تواند طول عمر مفید را افزایش دهد [۱۲].



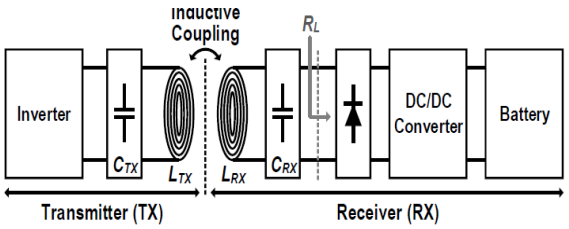
شکل (۱): تغییرات تجارت سیستم انتقال توان بیسیم در سال‌های اخیر

ساختار کلی فرستنده و گیرنده در یک سیستم انتقال توان بی‌سیم در شکل (۲) مشاهده می‌شود. بدین صورت که در فرستنده که با منبع الکتریکی تغذیه می‌شود، ابتدا تبدیل سیگنالdc به سیگنال ac توسط تقویت‌کننده توان انجام می‌پذیرد که معمولا بهترین پیشنهاد تقویت کننده توان کلاس E می‌باشد، سپس سیگنال به سمت گیرنده ارسال خواهد شد که در دو طرف فرستنده و گیرنده دو آنتن مورد نیاز است که در فرکانس‌های کاری در رنج مگاهرتز از سیم پیچ برای این منظور استفاده می‌شود. با ایجاد میدان مغناطیسی متغییر با زمان در سیم پیچ ها، انتقال انرژی از سمت ورودی به خروجی انجام می‌پذیرد. در قسمت گیرنده بعد از آنتن، نیاز به یکسوساز و رگولاتور می‌باشد و در انتها بار قرار می‌گیرد. تکنولوژی WPT قابلیت جابجایی دستگاه‌های الکترونیکی به واسطه کاهش استفاده از باتری و سیم، را ایجاد کرده که باعث افزایش رضایت کاربران شده است [۱۳]. تقویت‌کننده کلاس E در بخش فرستنده سیستم انتقال توان بی‌سیم یکی از مهمترین بخش‌ها می‌باشد که عملکرد کل سیستم را تضمین می‌کند. شکل کلی یک تقویت کننده کلاسE به صورت شکل (۳) می‌باشد که تعاریف اولیه و عملکرد آن در سال ۲۰۰۱ مورد بررسی قرار گرفت [۱۴].

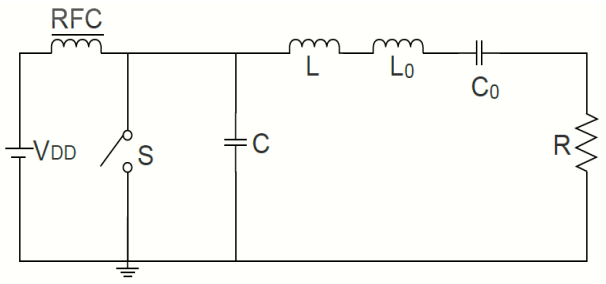
[1] Wireless Power Transfer

www.SID.ir

Archive of SID

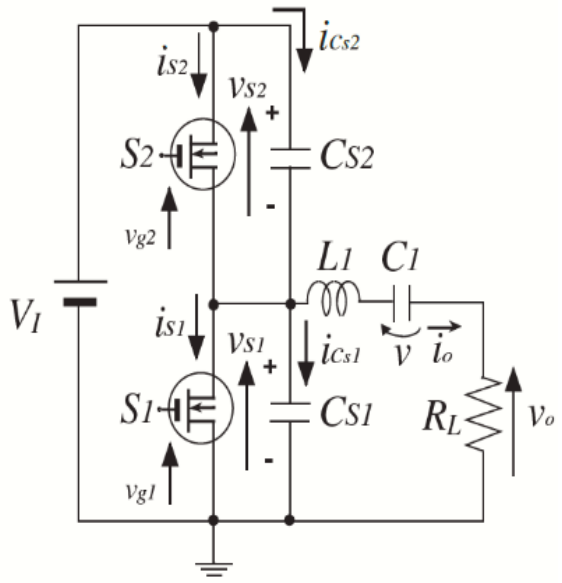


شکل(۲): ساختار کلی سیستم انتقال توان بی‌سیم

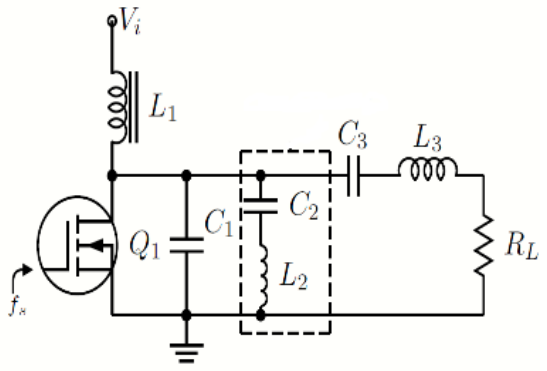


شکل (۳): تقویت کننده کلاس E مرسوم

در تقویت کننده توان کلاس Eزمان روشن و خاموش شدن ترانزیستور بگونه‌ای است که شکل موج ولتاژ و جریان تداخل نداشته باشد و در نتیجه راندمان افزایش پیدا می‌کند. در تئوری راندمان تقویت کننده توان کلاس E برابر ۱۰۰ درصد است. شرایط ZVS و ZDS برای افزاش راندمان و تلفات صفر در لحظه سویچینگ در تقویت کننده توان کلاس Eجزء شروط لازم هستند و استفاده از خازن موازی با ترانزیستور جهت برآورده کردن شرایط ZVS و ZDS در تقویت کننده توان کلاس E الزامی است که این خازن موازی با ترانزیستور از خازن پارازیتی غیر خطی درین سورس تشکیل شده است و باید در طراحی مد نظر قرار گیرد. در تقویت کننده توان کلاس E بیشینه ولتاژ سوییچ برابر با ۳,۵۶ برابر ولتاژ تغذیه می‌باشد. تقویت‌کننده کلاسE در کاربردهای انتقال توان بی‌سیمWPT در رنج مگاهرتز با توجه به سوئیچینگ ولتاژ صفر[1] ZVS و سوئیچینگ مشتق شده با ولتاژ صفر[2] ZVSمورد توجه بوده و در طراحی‌های اخیر اغلب تقویت‌کننده کلاس E با رزونانس القایی برای سیستم‌های WPT به صورت شبیه‌سازی و ساخت مورد بررسی قرار گرفته است [۱۵] یک تقویت‌کننده توان مداری است که مقدار توان سیگنال را با انرژی دریافتی از منبع تغذیه افزایش می‌دهد. در تقویت‌کننده توان، راندمان و اعوجاج دو پارامتر راندمان و توان بحرانی می‌باشند. یک تقویت کننده توان کلاس Eدر حالت تئوری دارای راندمان ۱۰۰ درصد می‌باشد اما در ساخت با توجه به تلفات سویچینگ و مقاومت‌های مدار، راندمان کمی کمتر خواهد بود[۱۵]. اثرات غیرخطی خازن‌های درین سورس و گیت درین بر عملکرد تقویت کننده کلاس E به ازای بارهای مختلف در سال ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفت[۱۷]. در سال ۲۰۱۸ تحلیل کاملی برای تقویت کننده کلاس E به ازای خازن موازی غیرخطی انجام و راندمان ۹۶ درصد با مفروضات مسئله بدست آمده است[۱۸]. نوع دیگری از مبدل ها، کلاس D می‌باشد که در شکل (۳-الف) نمایش داده شده[۱۹]. همچنین مبدل کلاسE/F در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است و ماکزیمم توان انتقالی به بار در این نوع نسبت به کلاس E بیشتر است. نمونه ای از این نوع تقویت کننده در شکل (۳-ب) ارائه شده است[۲۰].



(الف)



(ب)

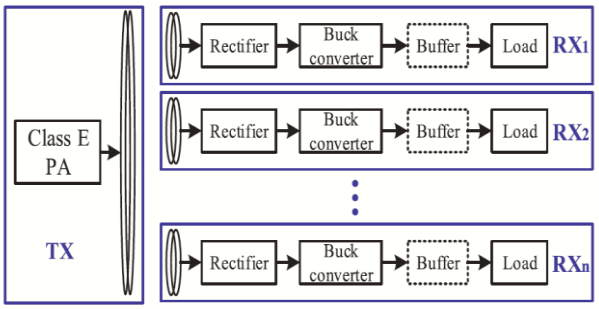
شکل(۴): (الف) تقویت‌کننده کلاس [۱۹D]، (ب) تقویت کننده کلاس E/F [۲۰].

[1] zero-volt-switching
[2] zero voltage derivative switching

www.SID.ir

Archive of SID

برای کاربردهای با توان بالا، انتقال توان بی‌سیم در محدوده‌ی کاری کیلوهرتز (KHz) پیشرفت سریعی، به‌خصوص از نظر طراحی سیم‌پیچ و کنترل، داشته است. درعین حال، به منظور بهبود بیشتر آزادی فاصله‌ای در انتقال توان بی‌سیم، یعنی فاصله انتقال بیشتر و تحمل بیشتر در برابر ناهمترازی سیم‌پیچ، فرکانس کاری را به محدوده چند مگاهرتز (MHz) مانند ۶/۷۸ و ۱۳/۵۶ افزایش یافته است. طرح‌ها با فرکانس‌های کاری بالاتر، منجر به سیستم‌های انتقال توان بی‌سیم فشرده‌تر و سبک‌تر می‌شوند. تقویت‌کننده‌توان و یکسوسازهای مبتنی بر سوئیچینگ نرم، گزینه نوید بخش برای ساخت سیستم‌های انتقال توان بی‌سیم با راندمان بالا در محدوده‌ی مگاهرتز می‌باشد[۲۱].

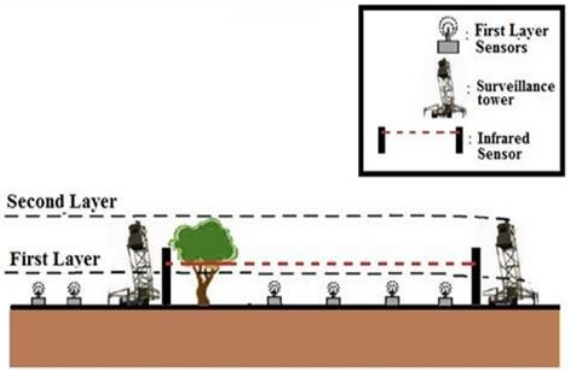


شکل(۵): سیستم انتقال توان بی‌سیم با چند خروجی[۲۳].

علاوه بر انتقال توان بدون تماس، یکی دیگر از مزایای منحصر به فرد سیستم‌هایWPT، امکان انتقال توان به صورت همزمان به چندین گیرنده مانند دستگاه‌های پوشیدنی، تلفن‌های همراه و لوازم خانگی است. مطالعات فراوانی برروی تحلیل کویل‌های تزویج چندتایی صورت گرفته است[۲۲]. پیکره‌بندی‌های متفاوتی برای سیم پیچ‌ها و مدارها به منظور بهبود عملکرد انتقال توان، از جمله استفاده از چند فرستنده، شبکه‌های تطبیق امپدانس و کویل‌های رله مطرح شده است. همچنین با استفاده از مفهوم باند دوتایی یا باند چندتایی امکان شارژ چند دستگاه با فرکانس‌های تشدید متفاوت فراهم می‌شود. شکل (۵) ساختار کلی سیستم چند خروجی است که می‌تواند برای شارژ همزمان تعدادی بی‌سیم دستی و خودرویی مورد استفاده قرار گیرد [۲۳]. هرچند هدف تمام تحقیقات انجام شده تا کنون اجرایی نمودن تحلیل‌های گذشته می‌باشد، اما همچنان چالش‌های فراوانی روبروی طراحی سیستم‌های چند گیرنده قرار دارد. امکان کنترل توان دهی و ثبات انتقال توان با وجود چندین گیرنده در کنار فراهم آوردن پیکره‌بندی مناسب دستگاه‌های الکترونیکی مسائل مهمی است که در طراحی سیستم‌های انتقال توان به چند گیرنده باید مورد توجه قرار گیرد[۲۴].

۳- کابردهای فناوری WPT در پلیس هوشمند

در این بخش هدف آن است تا مطابق با ماموریت‌های مهم پلیس، مفهوم و استفاده از فناوری WPT مد نظر قرار داد، در این راستا با بررسی‌های انجام شده محدوده مورد مطالعه تجهیزات مختلفی است که برای تامین انرژی از باتری استفاده نموده و در ماموریت‌های پلیس در داخل، بیرون شهر و نقاط مرزی مورد بهره برداری قرار می‌گیرند. حال جنس، سایز و نوع باتری در این قطعات مختلف می‌باشد ولی می‌توان یک فناوری کاربردی را برای تمام تجهیزات مورد استفاده در سازمان معرفی نمود. با توجه به اهداف هوشمندی در سامانه‌ها و تجهیزات سخت افزاری، بایستی الزامات استفاده از آن‌ها در تحقیقات مختلف مد نظر قرار گیرد. در آینده در صنایع مختلف به جای تعویض باتری و یا صرف زمان برای شارژ، از سیستم انتقال توان بی‌سیم استفاده خواهد شد که به صورت توام درحین کار، دستگاه مد نظر به صورت بی‌سیم شارژ می‌گردد و این امر باعث می‌شود تا هیچ تاخیری در انجام ماموریت رخ ندهد و بتوان صحنه نبرد را مدیریت نمود. استفاده از فناوری‌های نوین در ساختمان‌ها می‌تواند تاثیرات مثبت روانی بر روی عملکرد کارکنان ایجاد نماید و باعث افزایش اقتدار و اعتماد به نفس در نیرو خواهد شد. بدین منظور از بدو ورود مراجعین و کارکنان تا ارائه خدمات مختلف (کنترل تردد با استفاده از کارت‌های RFID، باجه ثبت نوبت، دستگاه‌های ثبت اثر انگشت و غیره) مورد استفاده قرار گیرد. در مناطق مرزی سعی بر آن است تا به صورت هوشمند و بدون حضور فیزیکی انسان، کنترل حوزه استحفاظی انجام گیرد. با استفاده از شبکه حسگر بی‌سیم می‌توان وسعت زیادی از مرز را تحت کنترل قرار داد (شکل(۶)). سنسورهای مورد استفاده در گره‌ها، در زمان کوتاهی روشن هستند، این حسگرها نیاز به انرژی دارند. لزوم استفاده از شبکه حسگر بی‌سیم به قدری است که تحقیقات گسترده‌ای بر روی مدیریت انرژی، کوچک‌سازی حسگرها، ارتباطات با امنیت بالا صورت پذیرفته است[۲۵].



شکل (۶): استفاده از شبکه حسگر بی‌سیم برای کنترل محیط

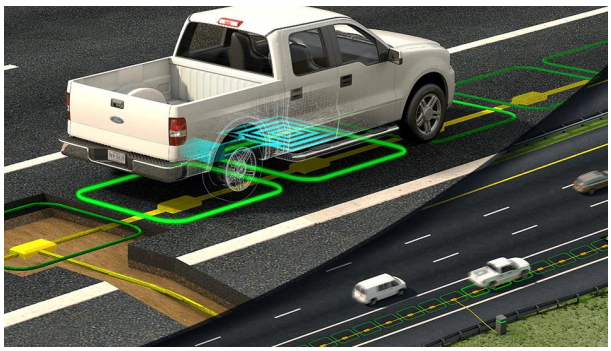
www.SID.ir

Archive of SID

انواع دوربین دیگر تجهیزاتی هستند که در مرزها به صورت مستمر مورد استفاده قرار می‌گیرند. ساعات مختلف شبانه‌روز و در مناطق مختلف جغرافیایی می‌توان از جدیدترین دوربین‌های مجهز به حسگرها با ترانزیستورهای ماسفت استفاده مطلوب نمود[۲۶]. رادار یکی دیگر از تجهیزات مخابراتی پیشرفته است که می‌تواند فواصل دور و نزدیک را به خوبی رصد نماید و وسیله مناسب برای شناورها و همچنین مناطق مرزی محسوب می‌گردد. در سلاح‌های پیشرفته برای اهداف نقطه‌ای از لیزر استفاده می‌شود. همچنین در خودروهای مجهز به سلاح به صورت اتوماتیک، باتری یکی از اجزای حیاتی محسوب می‌گردد که اتمام انرژی در هرلحظه از صحنه نبرد می‌تواند تلفات سنگین انسانی و مالی را به همراه داشته باشد.

با توجه به اینکه خودروهای برقی در مقایسه با خودروهای با سوخت فسیلی دارای مزایای زیست محیطی و اقتصادی دارند. خودروهای برقی از باتری‌های الکتریکی به منظور تامین انرژی مورد نیاز خود استفاده می‌کنند. حجم، وزن و قیمت زیاد باتری‌ها و مقدار انرژی ذخیره شده در باتری‌ها در مسافت‌های طولانی مشکلاتی به همراه دارد، محققان به دنبال استفاده از روش‌های جایگزین برای تامین انرژی واداشته است. مطابق شکل (۷) خودروهای برقی برای برای بازدید و گشت‌های جاده‌ای در برخی از مناطق و یا پادگان‌ها می‌تواند گزینه‌ای دیگر برای صرفه‌جویی در هزینه مصرف سوخت باشد[۲۷]. در پادگان‌ها و مراکز نظامی، تعداد بالای بیسیم وجود دارد و شارژ همزمان آن‌ها مشکل است.

کمبود دستگاه شارژ می‌تواند منجر به قطع هریک از بی‌سیم‌ها شود. در این حالت با بکارگیری سیستم یک ورودی چند خروجی، می‌توان انرژی مورد نیاز چندین دستگاه را به صورت همزمان تامین نمود. سیم‌کشی انواع تابلوهای هشداردهنده و سیستم‌های روشنایی در محیط‌های اداری و پادگان‌ها در برخی موارد محدودیت وجود دارد.



شکل (۷): استفاده از خودروهای برقی برای کنترل محیط

تجهیزات معرفی شده فقط تعدادی از سخت افزارهایی هستند که در حال حاضر می‌توانند در پلیس یک کشور مورد استفاده قرار گیرند و یا در آینده با تحقیق و توسعه می‌توانند در ماموریت‌های پلیس مورد بهره‌برداری قرار گیرند. نقطه اشتراک همه سخت‌افزارهای مطرح شده، استفاده از انرژی الکتریکی برای کارکردن می‌باشد که این انرژی به صورت مستقیم با کابل و یا توسط یک باتری تامین می‌گردد. در هر دو حالت می‌توان با استفاده از سیستم انتقال توان بی‌سیم، انرژی مورد نیاز را تامین نمود. فناوری مورد استفاده در همه موارد مطرح شده یکسان می‌باشد و تفاوت در میزان انرژی، فاصله دستگاه از منبع انرژی، اندازه، اولویت و اهمیت دستگاه مد نظر در ماموریت و تعداد تجهیزات در بین رده‌ها می‌باشد.

۴- روش پژوهش

از آنجاییکه تحقیق حاضر به دنبال ارائه یک راه حل برای مشکلات موجود در تجهیزات الکترونیکی قابل استفاده در فرماندهی مرزبانی می‌باشد، پژوهش از نظر هدف کاربردی و به روش شبیه‌سازی اجرا شده است. ابزار مورد استفاده نرم افزار ADS می‌باشد که تقویت‌کننده کلاسE در آن شبیه‌سازی شده است. در ساختار شبیه‌سازی شده، ترانزیستور ماسفت با ولتاژ ۲۸ ولت برای بایاس استفاده شده که جریان ۵۰ میلی‌آمپر از درین به سورس عبور کرده است. سیگنال ورودی در فرکانس ۱۴۵ مگاهرتز است که برای سیستم‌های انتقال توان بی‌سیم مورد استفاده در سیستم‌ها و تجهیزات الکترونیک کاربرد دارد. همچنین سطح سیگنال ورودی ۲۰ dBm است. با ایجاد شبکه تطبیق مناسب در خروجی، سعی شده است تا حداکثر توان به بار منتقل شود. محدوده مورد مطالعه این پژوهش تجهیزات مختلف مورد استفاده برای تامین انرژی از باتری در ماموریت‌های پلیس در داخل، بیرون شهر و نقاط مرزی می‌باشد. در پژوهش انجام شده از نرم افزار تحلیل فرکانس بالا به نام ADS استفاده شده است. در این نرم افزار، داده‌های ورودی مقادیر قطعات استفاده شده بوده و تحلیل هارمونیک انجام می‌شود و در فرکانس تنظیم شده، خروجی‌ها دریافت می‌شود.

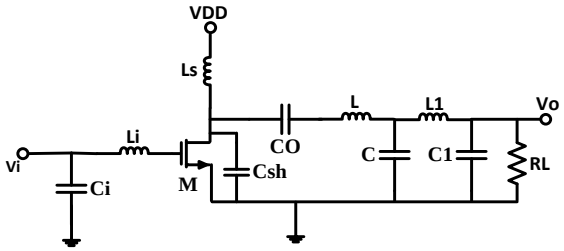
۵- تحلیل عملکرد ساختار پیشنهادی

در طراحی سیستم WPT، در بخش فرستنده آن راندمان به تقیت کننده توان وابسته می‌باشد و با طراحی دقیق و پیشنهاد ساختاری مناسب، می‌توان عملکرد کل سیستم را تضمین نمود. در این راستا با بررسی انجام شده تقویت‌کننده توان کلاس E یکی از گزینه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مناسب برای این بخش می‌باشد که در شکل (۷)، ساختار پیشنهادی ترسیم شده است.



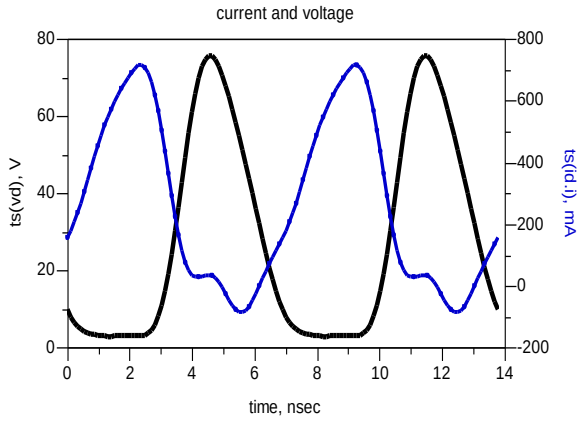
شکل (۷): تقویت کننده کلاس E با تطبیق در خروجی

در تقویت‌کننده کلاس E در زمان $t=2\pi\omega$ هنگامی که کلید روشن است؛ شرایط صفر بودن ولتاژ سوئیچ و صفر بودن مشتق ولتاژ سوئیچ در لحظه کلیدزنی با توجه به روابط (۱) و (۲) قابل بررسی است :

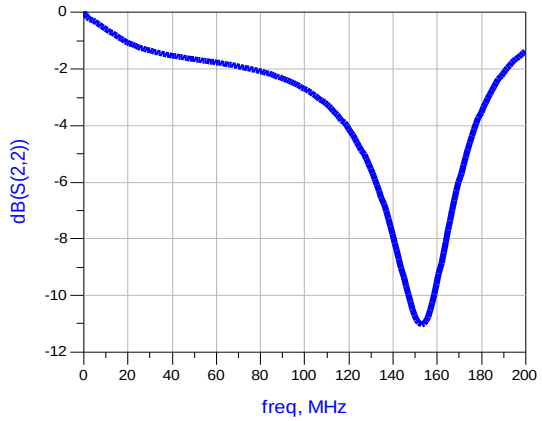
$$v_s(2\pi)=0 \qquad (۱)$$

$$\frac{dv_s(\omega t)}{d(\omega t)}=0\,|\,\omega t=\pi \qquad (۲)$$

همانطور که در بخش‌های قبل مطرح شد، جایگاه فناوری انتقال توان بی‌سیم در تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در سیستم‌های نظامی ارزشمند و تحقیق بر روی بهبود عملکرد سیستم باعث می‌گردد. در آینده تجهیزات خریداری شده بر مبنای تحقیق و پژوهش بوده و پایداری ارتباطات و تجهیرات مهمترین دستاورد استفاده علمی از فناوری بویژه سیستم انتقال توان بی‌سیم می‌باشد. در این راستا در تحقیق حاضر، با رویکرد تحقیق کاربردی، تقویت کننده کلاس E طراحی و ساختار پیشنهادی در نرم افزارADS شبیه‌سازی شده است. با شبیه‌سازی ساختار پیشنهادی در نرم افزار تحلیل مداری فرکانس بالا، مهمترین خروجی ساختار یعنی راندمان مورد بحث قرار می‌گیرد. برای راندمان یک ساختار شکل موج‌های ولتاژ و جریان ترسیم می‌گردد که در شکل (۹) خروجی ناشی از ساختار پیشنهادی آمده است. دستیابی به سوئیچینگ صفر که در شکل قابل مشاهده است، تضمین عملکرد با راندمان بالا می‌باشد. در اختار شبیه‌سازی شده، ترانزیستور ماسفت با ولتاژ ۲۸ ولت برای بایاس استفاده شده که جریان ۵۰ میلی‌آمپر از درین به سورس عبور کرده است. سیگنال ورودی در فرکانس ۱۴۵ مگاهرتز است که برای سیستم‌های انتقال توان بی‌سیم مورد استفاده در سیستم‌ها و تجهیزات الکترونیک کاربرد دارد. همچنین سطح سیگنال ورودی ۲۰ dBm است. با ایجاد شبکه تطبیق مناسب در خروجی، سعی شده است تا حداکثر توان به بار منتقل شود که در این راستا می‌توان پارامتر S22 را در شکل (۱۰) مشاهده نمود و مقدار کمتر از ۱۰- دسی بل قابل قبول است. مشخصه شکل موج‌های جریان و ولتاژ در شکل (۸) نشان دهنده عدم همپوشانی بین این دو موج است که منجر به کاهش توان مصرفی و در نتیجه افزایش راندمان خواهد شد که در مدار پیشنهادی، این دستاورد قابل مشاهده است و روابط (۱) و (۲) این موضوع را بیان می‌کنند.



شکل (۹): سیگنال‌های جریان و ولتاژ تقویت کننده پیشنهادی



شکل (۱۰): پارامتر S22 مربوط به تقویت کننده پیشنهادی

راندمان توان افزوده در طرح پیشنهادی مطابق رابطه (۳) و برابر ۷۷/۲ درصد به دست آمده است و مقدار بهره در فرکانس ۱۴۵مگاهرتز برابر ۱۲/۵۴ بدست آمده است.

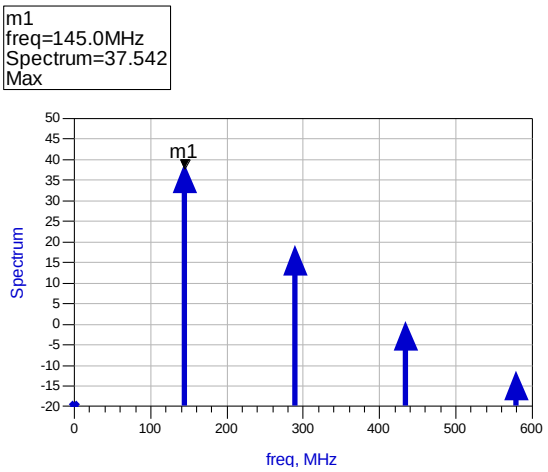
$$PAE=\frac{P_O-P_{in}}{P_{DC}}$$

ساختار توسط مدار تطبیق امپدانس به بار ۵۰ اهم ختم شده است. یکی از چالش‌های امروزه در سیستم‌های انتقال توان بی‌سیم متغییر بودن بار بدلیل تغییر فاصله بین فرستنده و گیرنده می‌باشد که روش‌هایی در این خصوص پیشنهاد شده است [۲۸]. سطح سیگنال

www.SID.ir

Archive of SID

خروجی در فرکانس‌های مختلف در شکل (۱۱) ترسیم شده است میزان سطح خروجی سیگنال تقویت‌کننده در فرکانس مرکزی برابر ۵ وات است و همچنین هارمونیک‌های ایجاد شده به اندازه کافی کوچک هستند و برای فرکانس‌های مضارب فرکانس اصلی ایجاد نویز نخواهد کرد که طراحی مناسب تقویت‌کننده را نشان می‌دهد.



شکل(۱۰): طیف فرکانسی سیگنال خروجی مربوط به تقویت کننده کلاس E پیشنهادی

۶- نتیجه گیری

یکی از اقدامات لازم برای هوشمندسازی پلیس و اقتدار در مرزهای کشور استفاده علمی از دستگاه‌های الکترونیکی و مراقبتی می‌باشد. در این مقاله انواع تجهیزات قابل استفاده در مرز برای راه اندازی نیاز به انرژی الکتریکی دارند تشریح شدند. مشکلات کابل‌ها و همچنین اتمام شارژ باتری، یکی از چالش‌های مهم در عملیات بوده و به همین دلیل در این مقاله رویکرد طراحی سیستم انتقال توان بی‌سیم مورد تاکید است. به کمک این فناوری می‌توان در مکان‌ها و ماموریت‌های مختلف مرزبانی، تجهیزات را به صورت دائمی شارژ نمود. از آنجاییکه راندمان فرستنده منوط به طراحی دقیق تقویت کننده کلاسE می‌باشد،

در ساختار شبیه‌سازی شده، ترانزیستور ماسفت با ولتاژ ۲۸ ولت برای بایاس استفاده شده که جریان ۵۰ میلی‌آمپر از درین به سورس عبور کرده است. سیگنال ورودی در فرکانس ۱۴۵ مگاهرتز است که برای سیستم‌های انتقال توان بی‌سیم مورد استفاده در سیستم‌ها و تجهیزات الکترونیک کاربرد دارد. همچنین سطح سیگنال ورودی ۲۰ dBm است. شرایط ولتاژ صفر در لحظه سویچینگ و همچنین مشتق ولتاژ صفر در لحظه سویچینگ در این طراحی برآورده شده است که درنتیجه راندمان بالا و تلفات سویچینگ صفر را به دنبال دارد. با ایجاد شبکه تطبیق مناسب در خروجی، سعی شده است تا حداکثر توان به بار منتقل شود. در تحقیق حاضر تقویت‌کننده با راندمان ۷۷/۲ درصد پیشنهاد شده است که عدم ایجاد نویز برای سایر سیستم‌های مخابراتی و توان مصرفی پایین از دیگر دستاوردهای طرح پیشنهادی است.

تقویت‌کننده پیشنهادی توسط نرم افزار ADS شبیه‌سازی و نتایج آن مورد بررسی قرار گرفت. اهمیت انرژی دستگاه‌های الکترونیکی هنگامی مشخص می‌شود که عملیات آغاز شده باشد و بدلیل عدم وجود سیستم، ارتباطات قطع و امکان بهره‌برداری از سخت‌افزار وجود نداشته باشد. لذا با این رویکرد می‌توان ادعا کرد که تجهیزات تولید شده ناشی از تحقیق حاضر قابلیت استفاده در مناطق بخش‌های مختلف پلیس را داشته و می‌توان رویکردهای زیر را برای تحقیقات آتی پیشنهاد داد:

- ✓ تحلیل بهره‌وری و نحوه بکارگیری تجهیزات در عملیات‌های گوناگون
- ✓ بررسی نقاط مختلف مرزی و طراحی تجهیزات به صورت بومی برای هر منطقه
- ✓ طراحی کامل سیستم انتقال توان بی‌سیم بهینه شده
- ✓ ساخت آنتن و تجهیزات مرتبط به منظور افزایش توان اجرایی
- ✓ توسعه ساختار چند خروجی برای انتقال انرژی به چند دستگاه به صورت همزمان

مراجع

[1] Painter, Joe, and Alex Jeffrey. *Political geography*. Sage, 2009.

[۲] قضاوی، علیرضا و طباطبا، فروغ السادات "پهپادها و کاربرد آن‌ها در امنیت عمومی و پلیس هوشمند"، فصلنامه فناوری اطلاعات و ارتباطات انتظامی، سال اول، شماره یک، صص۹۷-۷۱، بهار ۱۳۹۹

[۳] ذوالفقاری, اژگان, سلیمان, & پناهی. تأثیر فناوری‌های نوین در ارتقای امنیت مرزها (مورد مطالعه: مرزهای استان خراسان جنوبی). فصلنامه علمی علوم و فنون مرزی, دوره اول، شماره دوم, صص ۸۷-۱۱۴. ۱۳۹۱

[۴] جان پرور ، محسن و زرقانی، هادی و صالح آبادی، ریحانه و جهان بین، افشین، شبکه حسگر بی‌سیم راهبردی جهت کنترل بهتر مرزهای دریایی ایران در خلیج فارس، پژوهش نامه مطالعات مرزی، سال دوم، شماره سوم، صص۱۰۷-۱۳۶. ۱۳۹۳

[۵] رسولی، اکبر، نقش سیستم‌های بدون‌سرنشین در کنترل و امنیت مرز، پژوهش نامه مطالعات مرزی، سال چهارم، شماره ۱، صص ۲۰۶-۱۸۶، ۱۳۹۵

[۶] شریف خطیبی، زهرا و درستکار، بهنام، ارتباط دوطرفه سیستم‌های انتقال توان بی‌سیم و اینترنت اشیاء، دومین کنگره ملی توسعه پژوهش‌های نوین در مهندسی برق کامپیوتر، مؤسسه آموزش عالی وحدت، تربت جام، دوره ۱. ۱۳۹۷

www.SID.ir

Archive of SID

[۷] معمارزاده، ناصر و اکبری، احمد، نقش فنّاوری در تأمین امنیت مرزها، نشریه علمی دانش انتظامی سیستان و بلوچستان، پاییز ۹۸، دوره ۱۰، شماره ۳۲، صص ۳۷-۵۱، ۱۳۹۸

[۸] عسکری، سعید و سهامی، حبیب و علی آبادی، عباس. تبیین نقش بازدارنده ذخیره‌سازهای الکتریکی و برنامه‌ریزی واحدهای تولیدی UC با و بدون حضور ذخیره‌سازها از منظر پدافند غیرعامل، فصلنامه علمی علوم و فناوریهای پدافند نوین، شماره ۴, شماره پیاپی۴۲، صص۴۱۵-۴۲۷، ۱۳۹۹

[۹] حسن زاده، علیرضا و صانعی، محمد، طراحی و پیاده‌سازی سیستم انتقال انرژی بی‌سیم برای کاربردهای توان پایین، مجله مهندسی برق و الکترونیک ایران، تابستان ۹۹، سال هفدهم، شماره دوم، صص ۱۳-۱۹، ۱۳۹۹

[۱۰] تودجی، حمید، استفاده از اینورتر چند سطحی با کنترل کننده غیر خطی مستقیم برای اتصال مزرعه خورشیدی به شبکه، نشریه مهندسی برق و الکترونیک ایران، بهار۹۲، سال ۱۵، شماره ۱، صص۷۴-۶۵، ۱۳۹۷

[11] Shirichian, M., Chamaani, S, Akbarpour, A.,Giovanni G "Analysis and design of broadband simultaneous wireless information and power transfer (SWIPT) system considering rectifier effect," Energies Vol.11, No. 9, PP. 2387,2018

[۱۲] آل کجباف، یاسین و یاوند حسنی، جواد، طراحی تقویت کننده توان کلاس E کم هارمونیک با استفاده از تکنیک فیدفوروارد، صنایع الکترونیک، تابستان ۹۲، سال چهارم، شماره دوم، صص ۳۷-۴۴، ۱۳۹۲

[13] Jawad, A. M., Nordin, R., Gharghan, S. K., Jawad, H. M., & Ismail, M. "Opportunities and challenges for near-field wireless power transfer: A review." Energies, Vol.10, No.7, 1022, 2017.

[14] Raab, F. H. " Class-E, Class-C, and class-F power amplifiers based upon a finite number of harmonics," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol.49, No.8, pp1462-1468, 2001.

[15] Hasani, J. Y., & Kamarei, M. "Analysis and optimum design of a class E RF power amplifier," IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers, Vol.55, No.6, 1759-1768, 2008.

[16] Sadeghpour, R., & Nabavi, A. (2014). Design procedure of quasi-class-E power amplifier for low-breakdown-voltage devices. IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers, 61(5), 1416-1428.

[17] Hayati, M., Roshani, S., Kazimierczuk, M. K., & Sekiya, H. " A class-E power amplifier design considering MOSFET nonlinear drain-to-source and nonlinear gate-to-drain capacitances at any grading coefficient." *IEEE Transactions on Power Electronics*, Vol.31, No.11, 7770-7779, 2015.

[18] Lotfi, A., Medi, A., Katsuki, A., Kurokawa, F., Sekiya, H., Kazimierczuk, M. K., & Suetsugu, T. "Subnominal operation of class-E nonlinear shunt capacitance power amplifier at any duty ratio and grading coefficient," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol.65, No.10, 7878-7887, 2018

[19] Mita, S., & Sekiya, H. (2018, May). Analysis of class-D ZVS inverter with asymmetrical duty-cycle control for wireless power transfer applications. In 2018 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS) (pp. 1-5). IEEE.

[20] Aldhaher, S., Yates, D. C., & Mitcheson, P. D. "Modeling and analysis of class EF and class E/F inverters with series-tuned resonant networks, IEEE transactions on power electronics," Vol. 31, no. 5, pp 3415-3430, 2015.

[21] Fu, M., Yin, H., Liu, M., Wang, Y., & Ma, C. " A 6.78 MHz multiple-receiver wireless power transfer system with constant output voltage and optimum efficiency." IEEE Transactions on Power Electronics, Vol.33, No.6, 5330-5340, 2017.

[۲۲] جوکار، بیتا و درستکار، بهنام, سیستم انتقال توان بی‌سیم با چند گیرنده برای شهر هوشمند، دومین کنگره ملی توسعه پژوهش‌های نوین در مهندسی برق کامپیوتر، مؤسسه آموزش عالی وحدت، تربت جام، دوره۱. بهار ۹۷.

[23] [23] Fu, M., Yin, H., & Ma, C. " Megahertz multiple-receiver wireless power transfer systems with power flow management and maximum efficiency point tracking." IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 65, no. 11, pp.4285-4293.2017.

[24] Li, X., Meng, X., Tsui, C. Y., & Ki, W. H. "Reconfigurable resonant regulating rectifier with primary equalization for extended coupling-and loading-range in bio-implant wireless power transfer." IEEE transactions on biomedical circuits and systems, Vol.9, No. 6, PP. 875-884, 2015.

[25] Arjun, D., Indukala, P. K., & Menon, K. U. (2019, July). PANCHENDRIYA: A Multi-sensing framework through Wireless Sensor Networks for Advanced Border Surveillance and Human Intruder Detection. In 2019 International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES) (pp. 295-298). IEEE.

[26] Morawski, I., Rochala, Z., & Wojtowicz, K.(2018) Detection of Moving Heat-Emitting Object Using Single IR Camera, In 2018 5th IEEE International Workshop on Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace), pp. 230-235.

[27] Morawski, I., Rochala, Z., & Wojtowicz, K. "A Dynamic WPT System with High Efficiency and High Power Factor for Electric Vehicles," IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 35, No. 7, PP. 6732-6740.2019.

[28] Liu, S., Liu, M., Han, S., Zhu, X., & Ma, C. "Tunable ClassE^2 DC–DC Converter With High Efficiency and Stable Output Power for 6.78-MHz Wireless Power Transfer," IEEE Transactions on Power Electronics Vol.33, No.8, 6877-6886, 2018.

www.SID.ir