



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

پایان نامه‌ی کارشناسی

کارشناسی برق قدرت

عنوان پایان نامه

شبیه سازی دینامیکی مزرعه بادی در محیط Matlab/Simulink

نام و نام خانوادگی دانشجو

رضا معصومی

نام و نام خانوادگی استاد راهنما

جناب آقای دکتر عباس ربیعی

مرداد ۱۳۹۵

قدردانی

در اینجا بر خود وظیفه می‌دانم که از پدر و مادر خود که برای موفقیت من از هیچ تلاشی دریغ ننمودند، تشکر نمایم.

همچنین از اساتید و معلمان عزیز که در سالیان متمادی همچون چراغی مسیر را برای من نمایان نمودند.

همچنین از جناب آقای دکتر عباس ربیعی که بدون کمک ایشان این پروژه به سرانجام نمی‌رسید.

چکیده

در این پروژه بنا داریم که یک مزرعه بادی متصل شده به یک شبکه قدرت را در محیط نرم افزار Matlab/Simulink مدل سازی نماییم. هدف این است که رفتار دینامیکی مزرعه بادی را در برابر عوامل

مختلفی نظیر تغییرات سرعت باد، وقوع خطا در سیستم و عوامل دیگر مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

فصل چهارم.....	۲۶
۱-۴- توصیف مدل مزرعه بادی.....	۲۶
۱-۱-۴- عملیات حفاظت سیستم.....	۲۷
۲-۱-۴- تاثیر استاتکام.....	۲۷
۲-۴- توربین بادی و ژنراتور القایی.....	۲۸
۱-۲-۴- سیستم کنترل زاویه شیب.....	۲۹
۲-۲-۴- جعبه محاوره‌ای و پارامترها.....	۲۹
۳-۲-۴- ورودی‌ها و خروجی‌ها.....	۳۲
۳-۴- خطای سه فاز.....	۳۳
۱-۳-۴- جعبه محاوره‌ای و پارامترها.....	۳۴
۲-۳-۴- ورودی‌ها و خروجی‌ها.....	۳۶
۴-۴- استاتکام.....	۳۷
فصل پنجم.....	۳۹
۱-۵- مقدمه.....	۳۹
۲-۵- حالت بدون خطا.....	۳۹
۱-۲-۵- شبکه مجهز به استاتکام.....	۳۹
۲-۲-۵- شبکه بدون استاتکام.....	۴۹
۳-۵- حالت اعمال خطا.....	۵۶
۱-۳-۵- شبکه مجهز به استاتکام.....	۵۶
۲-۳-۵- شبکه بدون استاتکام.....	۶۶
۴-۵- مقایسه شبکه مجهز به استاتکام و شبکه بدون استاتکام.....	۷۴
فصل ششم.....	۷۷
۱-۶- جمع بندی.....	۷۷
۲-۶- نتیجه گیری.....	۷۷
منابع.....	۷۹

فصل اول

انرژی های تجدید پذیر

۱-۱- مقدمه

بشر از دیرباز با به کارگیری انرژی های فراوان و در دسترس طبیعت، در پی گشودن دریچه های تازه به روی انرژی های تجدید پذیر بوده است. در سالهای اخیر، با پیشرفت علم و فناوری و ساخت ماشین ها و ابزارهای گوناگون و به ویژه با رخ دادن انقلاب صنعتی، به کارگیری سوخت های فسیلی به اوج خود رسید، اما در کنار این پیشرفت ها، زفته رفته بشر دریافت که گذشته از محدود بودن انرژی فسیلی، بهره گیری از این انرژی نیز چندان بدون هزینه نخواهد بود و دیری نپایید که پیامدهای ناشی از سوزاندن سوخت های فسیلی، خود به چالشی تازه برای جوامع انجامید. برای نمونه مصرف کنونی نفت، حدود ۱۰ میلیارد تن در سال است که بیش از این نیز خواهد شد و با اینکه ذغال سنگ از ابتدایی ترین سوخت های فسیلی است، امروز هنوز با افزایش جمعیت و گسترش و پراکندگی آن و نیز همگام با نیاز روزافزون به انرژی های جدید و کارآتر با بازده بیشتر، کم کم بشر سوخت های فسیلی را کشف کرد و آن را منبعی پایان ناگذیر یافت که نویدبخش آینده ای روشن بود.

وابستگی انسان به سوخت های فسیلی، روزبه روز بیشتر می شد و با پیشرفت علم و فناوری و ساخت ماشین ها و ابزارهای گوناگون و به ویژه با رخ دادن انقلاب صنعتی، به کارگیری سوخت های فسیلی به اوج خود رسید، اما در کنار این پیشرفت ها، زفته رفته بشر دریافت که گذشته از محدود بودن انرژی فسیلی، بهره گیری از این انرژی نیز چندان بدون هزینه نخواهد بود و دیری نپایید که پیامدهای ناشی از سوزاندن سوخت های فسیلی، خود به چالشی تازه برای جوامع انجامید. برای نمونه مصرف کنونی نفت، حدود ۱۰ میلیارد تن در سال است که بیش از این نیز خواهد شد و با اینکه ذغال سنگ از ابتدایی ترین سوخت های فسیلی است، امروز هنوز

۴۰ درصد انرژی الکتریکی جهان و ۵۶ درصد برق آمریکا، از سوختن ذغال سنگ بدست می آید و سالانه چندین میلیارد تن گاز CO_2 ، SO_2 ، NO_2 حاصل از سوختن ذغال، در جو زمین رها می شود. امروزه عوامل بسیاری از جمله گسترش فزاینده نیاز به انرژی، محدودیت منابع فسیلی، فاجعه‌ی آلودگی زیست محیطی ناشی از سوختن مواد فسیلی، گرم شدن هوا و اثر گلخانه‌ای، لزوم تعادل پخش گازهای آلاینده و بسیاری از دیگر عوامل، سبب رویکرد دوباره‌ی علم به انرژی‌های تجدیدپذیر طبیعی شده، با این تفاوت که پیشرفت علم و فناوری فصلی تازه در به کارگیری و تبدیل و مهار این انرژی‌ها گشوده است. در به کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر، دو رویکرد عمده وجود دارد، روش نخست، روش ترکیبی است که در آن همه‌ی انواع این انرژی‌ها به برق تبدیل می شود. در روش دوم با تجهیزات ویژه، این انرژی‌ها را بی واسطه در گرمایش، سرمایش و محورهای چرخان مکانیکی به کار می برند (روش مجموعه‌های مکمل). روش دوم به دلیل حذف تبدیل‌های غیرلازم، نسبت به روش نخست برتری دارد و بازدهی آن نیز بسیار بیشتر است، اما به خاطر فراگیرتر بودن فناوری، گرایش بیشتری به روش ترکیبی نشان داده شده است.

۱-۲- انرژی خورشیدی^۱

خورشید سرچشمه‌ی عظیم و بیکران انرژی است که حیات زمین بدان بستگی دارد و همه‌ی دیگر انواع انرژی نیز، به گونه‌ای از آن نشأت گرفته‌اند. اگر همه‌ی سوخت‌های فسیلی را جمع کرده، بسوزانیم این انرژی معادل تابش خورشید به زمین، تنها برای ۴ روز خواهد بود و حرارات و نوری که در هر ثانیه از خورشید به زمین می رسد، میلیون میلیون برابر قدرت بمب اتمی منفجر شده در هیروشیما یا ناکازاکی است. در حال حاضر، تامین انرژی بیش از ۱۶۰ هزار روستا در سراسر جهان بر پایه انرژی خورشیدی است و این تازه آغاز راه است. در کشوری مانند اندونزی که از چندین هزار جزیره کوچک و بزرگ تشکیل شده است، به کارگیری نیروگاه و خطوط انتقال نیرو، تقریباً ممکن نیست و انرژی خورشیدی تنها امید جمعیت ۲۰ میلیونی روستاهای اندونزی است. هم‌اکنون تحقیقات دامنه دار و بی وقفه‌ای در حال انجام است و در آینده‌ای نه چندان دور، موج ساخت و بهره‌برداری از نیروگاه‌های بزرگ خورشیدی، همه‌گیر خواهد شد.

امروزه شش شیوه تولید برق از نور خورشید شناخته شده است که عبارتند از: آئینه‌های سهمیگون، دریافت کننده‌های مرکزی، آئینه‌های شلجمی (بشقابی یا استرلینگ)، دودکش خورشیدی، استخر خورشیدی و سلول-های نوری (فتوولتائیک)، اما امروزه انرژی خورشیدی را بیشتر با به کارگیری سلول‌های خورشیدی یا راه‌اندازی

^۱ Solar energy

نیروگاه‌های حرارتی، مهار می‌کنند. فراگیر ساختن روش‌های دیگر نیز در دست بررسی است. صحرای نوادا در آمریکا که زمانی محل آزمایش‌های هسته‌ای بود اینک به بزرگترین آزمایشگاه خورشیدی جهان تبدیل شده است و بانک جهانی نیز از مدت‌ها پیش تحت فشار است تا طرح بهره‌گیری از انرژی خورشیدی و دیگر طرح‌های سازگار با محیط زیست را زیر پوشش مالی قرار دهد. نیروگاه‌های خورشیدی با هزینه‌های بسیار کم، بدون تولید گازهای مخرب و بدون اشغال فضاهای مفید، به‌زودی جایگزینی کامل برای نیروگاه‌های سوخت فسیلی خواهند بود.

کشور ما ایران، بر کمر بند خورشیدی زمین قرار دارد و یک چهارم مساحت آن را کویرهایی با شدت تابش بیش از ۵ کیلووات ساعت بر مترمربع، پوشانده است که اگر ۱ درصد این مساحت، برای ساخت نیروگاه خورشیدی با بازده ۱۰ درصد به کار رود، توان تولید برق بدست آمده، از ۷ برابر میزان تولید ناخالص برق همه نیروگاه‌های کشور در سال ۱۳۷۶ (۹ میلیون مگاوات ساعت) بیشتر خواهد بود. در این بخش، فعالیت‌هایی در کشور انجام شده است که عبارتند از:

- هواگردهای خورشیدی و مجموعه‌های ذخیره کردن و خشک کردن خورشیدی
- آبگرمکن‌های خورشیدی و حمام خورشیدی

• تیوب‌های حرارتی

• آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی

• متمرکزکننده‌های خورشیدی

• دنبال‌کننده‌های خورشیدی

• مجموعه‌های غیرفعال خورشیدی

• سردکننده‌های خورشیدی

برخی از این روش‌ها هم‌اکنون در بخش‌های مختلف کشور در حال آزمایش و بهره‌برداری می‌باشد و امید است با پژوهش‌های کارشناسانه و پشتیبانی‌های دولتی، به‌زودی شاهد گام بزرگ به‌سوی به‌کارگیری فزاینده انرژی خورشیدی در کشور باشیم.

۱-۳- انرژی بادی^۲

باد گونه‌ای از انرژی است که در اصل از تابش خورشید به زمین و تفاوت دمای هوای بین دو ناحیه، ایجاد می‌شود و گاه آن قدر نیرومند است که سخت‌ترین سازه‌ها نیز در برابر آن یارای ایستادگی ندارند. در برخی از مناطق، وزش بادهای دائمی، یا موسمی با دوره‌ی تکرار معین است و می‌توان از همین ویژگی برای برآورد انرژی بادی در دسترس، بهره برد.

نیروگاه‌های بادی به شکل امروزی، از دهه‌ی ۱۹۸۰ رواج یافتند و در آن زمان تنها حدود ۵۰ کیلووات انرژی تولید می‌کردند، اما اکنون این مقدار بیش از چندین مگاوات می‌رسد. نیروگاه‌های کنونی، در جهت حرکت باد، تغییر راستا می‌دهند و با محورهای افقی یا قائم، انرژی جنبشی باد را به انرژی مکانیکی و سپس آن را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. نیروگاه‌های بادی با هزینه‌ی بسیار کم و توان بالا، بدون آلودگی زیست محیطی و نیاز به فضای گسترده، می‌توانند در بسیاری از مناطق راه‌گشا باشند.

در کشور ما، به‌خاطر موقعیت جغرافیایی ویژه، در فصل‌های مختلف سال، بادهای موسمی و غیرموسمی فراوانی می‌وزد و سرزمین‌های بادخیز بسیاری وجود دارد که امکان برپایی نیروگاه‌های بادی در آنها فراهم است و نیز، به لطف ساحل‌های گسترده، بادهای ساحلی، همیشه قابل بهره‌برداری است. امروزه صنعت گران داخلی هم توانسته‌اند انواع گوناگونی از مولدهای بادی را در داخل تولید کنند. همچنین نیروگاه‌هایی در برخی نقاط بادخیز برپا شده (مانند رودبار و منجیل) و ساخت نیروگاه در شهرهای دیگر، در دست بررسی است. برای نمونه، استان محروم سیستان و بلوچستان، با داشتن بادهای موسمی چند ده روزه و قدرتمند، می‌تواند گزینه‌های مناسب برای این هدف باشد. در بخش پیشین به لزوم و چگونگی رویکرد انسان به انرژی‌های تجدیدپذیر پرداختیم و انرژی خورشیدی و انرژی بادی را به عنوان پرکاربردترین انرژی‌های تجدیدپذیر، معرفی کردیم و توانایی‌های بالقوه‌ی ایران در به‌کارگیری این منابع کارآمد را برشمردیم. اینک در ادامه، با دیگر انرژی‌های تجدیدپذیر آشنا می‌شویم.

^۲ Wind energy

۱-۴- انرژی هسته ای^۳

انرژی هسته‌ای از بحث برانگیزترین انرژی‌های تجدیدپذیر است که با وجود تنگناها و دغدغه‌ها، هنوز بسیاری از کشورها آن را سالم‌ترین و ارزان‌ترین منبع انرژی آینده خود می‌دانند و بهره‌گیری از آن را در دستور کار برنامه‌ی بلند مدت خود قرار داده‌اند. قیمت هر کیلووات ساعت برق هسته‌ای، معادل نصف هزینه‌ی برق تولید شده از سوخت‌های فسیلی است. بزرگ‌ترین مشکل این انرژی، پساب‌های پرتوزاست که برای دفع آن در مقیاس وسیع، حتماً باید چاره‌ای اندیشیده شود. از این انرژی می‌توان برای تولید برق و تولید گرما بهره برد، البته امروزه نگرانی‌هایی درباره‌ی محدود بودن منابع اورانیوم در جهان، وجود دارد اما رشد فناوری، امکان به‌کارگیری سایر مواد پرتوزا به‌جای اورانیوم را فراهم کرده است.

ایران با داشتن منابع اورانیوم و دیگر عناصر از این دست و نیز به‌خاطر بومی بودن فناوری هسته‌ای آن، از کشورهایی است که می‌تواند با سرمایه‌گذاری در این بخش، به روند توسعه انرژی خود شتاب دهد. برای تولید برق هسته‌ای، اورانیوم باید تا ۳ درصد غنی شود که امکان این غنی‌سازی نیز در ایران فراهم است و هم‌اکنون دو نیروگاه در دست ساخت ایران، در آینده‌ای نزدیک بیش از ۲۰۰۰ مگاوات به توان تولید برق کشور خواهد افزود.

۱-۵- انرژی زمین-گرمایی^۴

زمین سیاره‌ای زنده و از بیرون و درون، در حال تغییر همیشگی است. مرکز زمین، از سیالی مذاب و تحت فشار تشکیل شده است و بر سطح آن، دریاچه‌های اطمینانی برای کنترل این فشار و جلوگیری از متلاشی شدن پوسته، وجود دارد. این دریاچه‌ها که آتشفشانها هستند، انرژی گرمایی اعماق زمین را به سطح انتقال می‌دهند و همواره در اطرافشان، چاه‌ها و چشمه‌های آب‌جوشان و آتشفشان‌های فراوان به چشم می‌آید. انرژی زمین-گرمایی از گرمای تجزیه‌ی مواد پرتوزا و واکنش‌های شیمیایی مرکز زمین، هسته مذاب کره زمین، پدیده کوه‌زایی و فشار طبقات ضخیم در حوضه رسوبی به‌دست می‌آید. این گرما را می‌توان مستقیماً به ماشین‌های مکانیکی داد یا از آن برق گرفت، و یا آن را به‌گونه‌ای غیرمستقیم، در صنعت به‌کار برد. امروزه از این انرژی برای فرآیندهایی همچون خشک کردن، تبخیر، تقطیر و سرمایش و گرمای محیط‌های صنعتی بهره می‌برند و مناطقی را هم که امکان ساخت نیروگاه زمین-گرمایی در آنها نیست، معمولاً به جاذبه‌های

^۳ Nuclear energy

^۴ Geothermic energy

گردشگری و تفریح‌گاه تبدیل می‌کنند. هم‌اکنون با وجود این که به‌کارگیری این انرژی هنوز توجیه اقتصادی ندارد، بیش از ۳۵ کشور به‌طور مستقیم و حدود ۲۰ کشور به‌طور غیرمستقیم از آن بهره‌مندی می‌برند. ایران نیز از آنجا که بر کمربند آتشفشانی و لرزه‌خیز جهان قرار دارد، دارای مخازن زمین-گرمایی فراوانی است که مهمترین و سرشارترین آنها، در سبلان، دماوند، ماکو و سهند می‌باشند. این منابع در کل دارای ذخیره حرارتی معادل ژول هستند. از دیگر نواحی کشور می‌توان تفتان، بزمان، کرمان، طبس، شیراز، مرکز ایران و مشهد را برشمرد. گروه زمین-گرمایی مرکز تحقیقات نیرو، از سال ۱۳۷۱، بررسی‌های خود را در این زمینه آغاز کرده است و احتمالاً به‌زودی در مناطق یادشده، شاهد نیروگاه‌های از این دست خواهیم بود.

۱-۶- انرژی اقیانوسی^۵

اقیانوس‌ها، منابعی عظیم از انرژی حرکتی اند که به صورت امواج، جزر و مد و جریان‌های همیشگی سطحی یا زیرآبی ناشی از اختلاف حرارت نقاط گوناگون، دیده می‌شود. بررسی به‌کارگیری انرژی امواج، پیشینه‌ای طولانی ندارد و تنها چند دهه است که پژوهش‌ها در این زمینه آغاز شده، اما بهره‌گیری از انرژی حاصل از اختلاف حرارتی در اقیانوس‌ها، به سال ۱۹۲۹ باز می‌گردد.

امروزه ساخت نیروگاه‌های OTEC^۶ رو به افزایش است که با تبدیل انرژی حاصل از اختلاف حرارت، به انرژی الکتریکی، گامی نو در تولید برق به‌شمار می‌رود، اما هنوز تکنهائی در این راستا هست که باید رفع شود. برای نمونه باید خط‌های انتقال نیرو را تا سواحل گسترش داد و بناهای تولید و انتقال را در برابر طوفان‌های دریایی و آب و هوای ساحلی مقاوم ساخت و نیز، تجهیزات نیروگاه‌هایی از این دست هنوز بسیار پرهزینه و حجیم هستند. با ساخت این نیروگاه‌ها می‌توان به مناطقی که به‌دلیل دور از دسترس بودن یا محصور بودن در آب، امکان وصل شدن به شبکه‌ی سراسری را ندارند، برق رساند و حتی آب شیرین این نواحی را نیز در کنار همین نیروگاه‌ها فراهم ساخت. ایران نیز با داشتن خط ساحلی بسیار طولانی (بیش از ۱۸۰۰ کیلومتر در جنوب) و جزایر متعدد از جمله کشورهایی است که می‌تواند بهره‌های فراوانی از این انرژی ببرد.

^۵ Ocean energy

^۶ Ocean temperature energy conversion

۷-۱- انرژی سوخت‌های گیاهی^۲

سوخت‌های گیاهی به دست آمده از پسماندهای جنگل‌ها و محصولات کشاورزی جهان، به نوعی بزرگ‌ترین منبع ذخیره‌ی انرژی خورشیدی به شمار می‌آید و می‌تواند سالانه به اندازه‌ی ۷۰ میلیارد تن نفت خام، انرژی،

در دسترس بشر قرار دهد. این میزان برابر ۱۰ برابر مصرف سالانه‌ی انرژی در جهان است. نکته مهم دیگر در به‌کارگیری این منبع، آن است که CO₂ حاصل از سوخت‌های گیاهی، دوباره توسط گیاهان تازه، جذب و مصرف خواهند شد و هیچ اثری در پدیده گلخانه‌ای و گرم شدن زمین، نخواهند داشت. از این سوخت‌ها

بیشتر در تولید گرما بهره می‌برند و اگرچه بازده آنها نسبت به سوخت‌های فسیلی، بالا نیست، اما با این حال باعث صرفه جویی اقتصادی چشمگیری می‌شوند. به‌کارگیری این انرژی هنوز با تنگنانهایی روبه‌روست، از جمله نبود مکان مناسب برای بنای تاسیسات پروژه‌های سوخت‌گیاهی و احتمال اعمال سیاست‌های دفاع از

جنگل کاری. ایران با داشتن منابع جنگلی گسترده، از کشورهایی است که می‌تواند برای فراهم کردن انرژی مورد نیاز مناطق جنگلی، از سوخت‌های گیاهی بهره‌برند و در صورت بررسی‌های بیشتر و رسیدن به توجیه اقتصادی، همه امکانات جهت بهره‌گیری از این انرژی در ایران مهیاست. در عصر حاضر، گونه‌های تازه‌ی انرژی

بیش از ۲ درصد کل تولید انرژی را هر چند به‌نظر می‌رسد فاصله‌ی زیادی تا فراگیر شدن انرژی‌های تجدیدپذیر در میان است، اما پیشرفت بسیار شتابان علم و فناوری، راه را برای استفاده‌ی روزافزون از این انرژی‌ها، هموارتر کرده است و امید است بشر بتواند با به خدمت گرفتن انرژی‌ها و نیروهای عظیم و سهمگین

طبیعت، هراس و ترس از این نیروها را به فراموشی بسپارد و بدان‌ها به چشم منابع حیاتی آینده بشر بنگرد، چرا که انرژی سرآغازی برای رسیدن به توسعه‌ی پایدار و یکی از عوامل اصلی تعیین سرنوشت ملت‌ها است.

^۲ Biomasse energy

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

فصل ششم

۶-۱- جمع بندی

در این پروژه ما مطالعه بر روی مزرعه بادی انجام دادیم و نتایج شبیه سازی خود را یکبار بدون خطا و بار دیگر با وجود خطا انجام دادیم که هرکدام از این حالات را یکبار با STATCOM و بار دیگر بدون STATCOM انجام دادیم.

در قسمت اول پروژه، چکیده را عنوان کردیم تا دورنمای مبثمان آشکار شود. در قسمت دوم پروژه، مباحثی درباره‌ی انرژی تجدیدپذیر و انواع آن و انرژی باد و توربین‌های بادی و انرژی با در ایران را عنوان کردیم. در قسمت سوم پروژه، به معرفی سیستم مورد مطالعه پرداختیم و درباره‌ی مزرعه بادی توضیح ارائه نمودیم و درباره‌ی توربین‌های بادی و STATCOM بحث نمودیم. در قسمت بعدی پروژه نتایج حاصل از شبیه سازی خود را آوردیم که این نتایج (با خطا و بدون خطا) می‌باشند.

نکته‌ی مهم و قابل توجه که باید به آن اشاره کرد، این می‌باشد که برای حالت بدون STATCOM که باید STATCOM را حذف کنیم و سپس شبیه سازی را انجام دهیم، برای حذف STATCOM از بلوک Manual Switch استفاده می‌کنیم و طرز کار بلوک مربوطه این گونه می‌باشد که با صفر کردن بلوک، STATCOM وارد مدار می‌شود و با یک کردن بلوک STATCOM از مدار خارج می‌شود و برای خارج کردن STATCOM باید بلوک را روی عدد یک قرار دهیم.

۶-۲- نتیجه گیری

در این قسمت می‌خواهیم اثر خطا و اثر حذف STATCOM را بر روی پارامترهای مختلف سیستم بررسی می‌کنیم. هنگامی که خطا را وارد مدار می‌کنیم در ولتاژ Bus-B25 در زمان‌های نزدیک صفر تغییراتی ضربه‌وار در شبیه سازی دیده می‌شود ولی اگر سیستم بدون خطا باشد این تغییرات اصلا وجود ندارد.

توان اکتیو Bus-B25 در حالت وجود خطا دارای تغییر شدیدی در زمان‌های نزدیک صفر می‌باشد که در حالت بدون خطا این تغییر وجود ندارد.

خطا بر روی توان راکتیو Bus-B25 نیز تاثیر می‌گذارد و آن هم این گونه می‌باشد که در حالت وجود خطا توان راکتیو در $t=0$ از -6 شروع می‌شود و در زمان‌های نزدیک صفر با یک تغییر ضربه‌وار شدید مواجه می‌شود ولی اگر خطا وجود نداشته باشد در $t=0$ از $1,2$ شروع می‌شود.

