



دانشگاه زنجان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی برق

پروژه پایانی دوره کارشناسی مهندسی برق - کنترل

عنوان:

بررسی و کنترل سیستم‌های سوچینگ (تعویضی)

استاد راهنما:

دکتر صالح مبین

نگارش:

مرتضی کلانتری بلاغی

پاییز ۹۵



## چکیده

سیستم های سوئیچینگ در دهه اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است ، پایداری مهم ترین

موضوع در بررسی سیستم های سوئیچینگ می باشد . در طول سال های اخیر، تحقیقات زیادی در زمینه ی

آنالیز پایداری و پایدار سازی سوئیچینگ برای اینگونه سیستم ها انجام شده است. در این مقاله سعی

شده است ، نتایج آخرین تحقیقات ارائه گردد . با انواع این سیستم ها آشنا شده ، سپس کنترل و روشهای

مختلف آن را مورد بررسی قرار داده و آنالیز ثبات برای سیستم ها سوئیچ شده مورد بررسی قرار می گیرد

ما روی آنالیز ثبات برای سیستم های خطی<sup>۱</sup> سوئیچ شده تحت هر سوئیچینگ تمرکز می کنیم ، و شرایط

ضروری و کافی را برای ثبات جانبی (تقریبی) بیان می کنیم. بعد از توضیح کوتاه از آنالیز ثبات ، تحت

سوئیچینگ های منسوخ و تئوری تابع لیپانوف متعدد ، مشکلات تثبیت کننده ی سوئیچینگ تحت مطالعه

قرار می گیرد ، و تنوعی از متدهای تثبیت کننده ی سوئیچینگ مشخص می شود . بعد مشکلات تثبیت

سوئیچینگ تشریح می شود ، که تحت چه شرایطی ممکن است یک سیستم سوئیچ شده را به وسیله ی

طراحی مناسب قوانین کنترل سوئیچینگ تثبیت کرد. باید اشاره کنیم که مشکل تثبیت سوئیچینگ، یکی

از سخت ترین مشکل های سیستم های سوئیچ شده است. شرایط لازم و کافی برای ثبات تقریبی سیستم های

خطی سوئیچ شده در اینجا توصیف شده است.

|  |       |
|--|-------|
| فصل اول پیشینه تحقیقات و هدف از انجام تحقیق: ..... | ۱-۱-۱ |
| مقدمه: .....                                       | ۲     |
| ۲-۱ - مروری بر تحقیقات گذشته .....                 | ۳     |
| فصل دوم معرفی سیستم های سوئیچینگ .....             | ۵     |
| و مثال های آن .....                                | ۵     |
| ۲-۱ - مقدمه: .....                                 | ۶     |
| ۲-۲ - تعریف اولیه سیستم های سوئیچینگ : .....       | ۶     |
| ۲-۳ - دلایل استفاده از سیستمهای سوئیچ شونده .....  | ۸     |
| ۲-۴ - مثال هایی از سیستم های سوئیچینگ .....        | ۸     |
| فصل سوم مقدمات تئوری سیستم های سوئیچینگ .....      | ۱۱    |
| ۳-۱ - مقدمه: .....                                 | ۱۲    |
| ۳-۲ - سیستمهای هایبرید .....                       | ۱۲    |
| ۳-۳ - سوئیچینگ وابسته به حالت .....                | ۱۳    |
| ۳-۴ - سوئیچینگ خودگردان و کنترل شده: .....         | ۱۵    |
| فصل چهارم پایداری سیستمهای سوئیچینگ: .....         | ۱۶    |
| ۴-۱ - مقدمه: .....                                 | ۱۷    |
| ۴-۲) پایداری یکنواخت و تابع لیپانوف مشترک .....    | ۱۸    |
| ۴-۳) پایداری تحت سوئیچینگ مقید .....               | ۲۷    |
| فصل پنجم آنالیز ثبات تحت سوئیچینگ دلخواه .....     | ۳۰    |
| ۵-۱ - مقدمه .....                                  | ۳۱    |
| ۵-۲ - توابع لیپانوف درجه ی معمول .....             | ۳۴    |
| ۵-۳ - توابع لیپانوف درجه دو سوئیچ شده .....        | ۳۷    |
| ۵-۴ - شرایط ثبات لازم و کافی .....                 | ۳۸    |
| ۵-۵ - قاعده ی لیپانوف معکوس: .....                 | ۴۱    |

|   |     |
|---|-----|
| فصل هشتم: کربوهیدراتها، پروتئینها، چربیها، ویتامینها و املاح معدنی                            | ۴۴  |
| آنالیز پایداری تحت سوئیچینگ محدود   | ۴۴  |
| ۱-۶- مقدمه:   | ۴۵  |
| ۲-۶- سوئیچینگ آهسته   | ۴۵  |
| ۳-۶- توابع لیاپونوف چند گانه  | ۴۸  |
| ۴-۶- توابع درجه دو لیاپونوف تک  | ۴۹  |
| فصل هفتم: پایداری سوئیچینگ  | ۵۳  |
| ۱-۷- مقدمه  | ۵۴  |
| ۲-۷- تثبیت (پایداری) سوئیچینگ مرتبه دو  | ۵۴  |
| پایدار سازی سوئیچینگ مرتبه دویی تک  | ۵۶  |
| ۳-۷- پایدار سازی سوئیچینگ:  | ۶۰  |
| فصل هشتم پایداری و پایدار سازی دسته ای از سیستم های غیر خطی سوئیچ شده با تاخیر، متغیر با زمان | ۶۶  |
| ۱-۸- مقدمه  | ۶۷  |
| ۲-۸- فرمول بندی مسئله و مقدمات  | ۶۸  |
| ۳-۸- نتایج اصلی   | ۷۱  |
| خلاصه   | ۸۱  |
| فصل نهم شبیه سازی   | ۸۲  |
| فصل دهم: جمع بندی   | ۹۶  |
| پیوست ها  | ۹۸  |
| مراجع:  | ۱۰۳ |
| واژه نامه انگلیسی به فارسی  | ۱۰۶ |



# پایان نامه کارشناسی

## فصل اول

### پیشینه تحقیقات و هدف از انجام تحقیق:

در علم کنترل، امروز سیستم های با دینامیک هایبرید (پیوسته و گسسته) نقش مهمی را ایفا می کند، سیستم هایی با دینامیک هایبرید در سال های اخیر مورد توجه محققان قرار گرفته است. علت این امر، نیاز به کنترل مطمئن، ایمن و تکرار شونده برای سیستم های سوئیچینگ با دینامیک پیچیده (که ناشی از مدل سازی آن ها یا تغییرات فیزیکی در مدل یا تغییر دینامیک توسط کاربر می باشد) است. سیستمهای هایبرید دسته ای از سیستمهای گسسته هستند که در عین اینکه با رویداد تحریک می شوند دارای دینامیک نیز هستند. در صنعت، سیستم هایی با مشخصات سیستم های هایبرید دیده می شود که نمی توان آن ها را به صورت یک سیستم زمان پیوسته معمولی در نظر گرفت. کاربرد سیستمهای هایبرید در کنترل سیستم های قدرت، ربات ها و صنعت خودروسازی می باشد. در طبیعت نیز سیستم هایی با این خواص دیده می شوند.

سیستم های سوئیچ شونده که دسته ای از سیستمهای هایبرید می باشند محور اصلی این مقاله است. در این مقاله ما قصد داریم روی آنالیز ثبات برای سیستمها سوئیچ شده بحث کنیم. ما آنالیز ثبات برای سیستمهای خطی سوئیچ شده تحت هر سوئیچینگ و شرایط ضروری و کافی را برای ثبات جانبی را بررسی و بعد از توضیح آنالیز ثبات تحت سوئیچینگهای منسوخ و تئوری تابع لیپانوف متعدد، مشکلات تثبیت کنندهی سوئیچینگ بررسی گشته و روش هایی از تثبیت کنندهی سوئیچینگ مشخص می شود. در آخر مشکلات تثبیت سوئیچینگ تشریح می شود.

از تعریف سیستمهای هایبرید میدانیم سیستمی است که رفتار دینامیکی آن از برهم کنش دینامیک های گسسته و پیوسته شکل می گیرد. این گسستگی می تواند هنگام تغییر وضعیت سیستم از یک مود به مود دیگر و یا در خلال یک حالت به خصوص از آن، به صورت پرشی ناگهانی ظاهر شود. برای سیستم سوئیچ شونده نیز می توان چنین تعریفی را ارائه نمود، با این تفاوت که در اینجا دیگر پرش درحین یک حالت به خصوص وجود ندارد. همین تفاوت سبب گردیده کنترل این سیستمها از سیستمهای هایبرید آسان تر باشد.

در کنترل سیستمهای پیوسته اصولاً دو هدف کلی مد نظر است، یا می خواهیم سیستم خصوصیات عملکردی مطلوب داشته باشد یا اینکه می خواهیم آن را پایدار نماییم. بنابراین با استفاده از روشهای کنترلی مختلف سعی می کنیم که سیستم به خصوصیات مطلوب که مورد نظر ماست برسد، اکنون در خصوص سیستمهای سوئیچ شونده نیز با در نظر داشتن این هدف به سراغ بحث کنترل می رویم.



## ۲-۱ - مروری بر تحقیقات گذشته

ابتدا به این موضوع اشاره میکنیم که علی رغم اینکه تلاش های زیادی در بررسی سیستم های هایبرید انجام شده است اما هنوز روش نظام مندی برای طراحی کنترلر در یک سیستم هایبرید عمومی وجود ندارد. در زمینه پایداری و پاسخ سیستم های سوئیچینگ چند شرط محافظ کارانه به دست آمده است. که میتوان به منابع {۲،۳} مراجعه کرد.

در این منابع شرط لازم برای پایداری توسط یک تابع لیاپانف مشترک و زمان اسکان متوسط {۲} مورد بررسی قرار گرفته است.

یک کلاس از نتایج، حاصل از پیدا شدن یک تابع لیاپانف مشترک برای تمامی زیر سیستم ها میباشد.<sup>۲</sup> در این حالت طراحی کنترلر باید به گونه ای باشد که تمامی زیر سیستم ها پایدار و دارای یک تابع لیاپانف مشترک باشد. در این حالت میتوان مساله را به کلاس هایی از زیر سیستم های مشخص و تعدادی نامساوی خطی ماتریسی تقسیم کرد. که البته حل این نامساوی های خطی ماتریسی بسیار سخت و شاید دست نیافتنی باشد.

کلاس دیگری از نتایج به پایداری زیرسیستم ها (یا حداقل دانستن عوامل ناپایداری) و همچنین سوئیچینگ به طور متوسط آهسته در بین زیر سیستم ها احتیاج دارد. در این حالت زمان اسکان به حد کافی بزرگ انتخاب میشود. تا در بدترین حالت تمامی زیر سیستم ها را پایدار سازد. این زمان باید طوری انتخاب شود که حالات هر زیر سیستم روند کاهشی بگیرد. چنانچه سوئیچینگ سریع تر از این مقدار انتخاب شود دیگر نمیتوان پایداری کل سیستم رابه صورت تئوریک تضمین کرد.

در بیشتر کارهایی که صورت گرفته است، فرض شده که سیستم معین و بدون اختلال است. نکته ای که باید به آن اشاره کرد این است که در بیشتر مقالات و بررسی های انجام شده شرایطی به دست آمده است که اگر سیستم آنها را ارضا کند، میتوان در مورد پایداری سیستم صحبت کرد.

روش تابع لیاپانوف چندگانه روشی است که در آن سعی می شود برای هر زیر سیستم یک تابع لیاپانوف پیدا کنیم. آنگاه می توان پایداری سیستم سوئیچینگ تحت یک سیگنال سوئیچینگ را به این صورت نتیجه گرفت که مقادیر تمامی توابع لیاپانف تحت این سیگنال در هر مرحله سوئیچینگ کاهش یابند. در

<sup>۱</sup> Common Lyapunov function

این روش نیاز داریم که تمامی زیر سیستم ها پایدار باشند که البته در بررسی کلی سیستم های سوئیچینگ دانشگاه زنجان همیشه برقرار نمی باشند.

در حالات کلی روش نظام مندی برای پیدا کردن یک تابع لیاپانوف مشترک برای یک سیستم غیر خطی وجود ندارد.

ثابت میشود که وجود یک تابع لیاپانوف مشترک شرط لازم و کافی برای پایداری یک سیستم سوئیچینگ تحت قانون دلخواه است {۱۱} همچنین تابع لیاپانوف مشترک برای سیستم های خطی بررسی شده است. {۱۲-۱۴}.

در روش دیگر که به آن<sup>۳</sup> {۱۵} گوئیم ، نیاز است که سیستم پایدار باشد یا حداقل ناپایداری آن ها شناخته شده باشد . در این روش شرطی را روی آرام بودن سوئیچینگ بین زیرسیستم ها قرار میدهیم. در حقیقت زمانی را پیدا میکنیم که در آن به هر زیرسیستم اجازه دهیم که به میزان کافی انرژی خود را تلف کند.

بعنوان روشی دیگر تابع لیاپانوف سوئیچینگ<sup>۴</sup> {۱۶-۱۸} را می توان نام برد. در این روش برای هر زیر سیستم یک تابع لیاپانوف را با این شرط پیدا می کنیم که مقدار این تابع در مقاطعی که زیرسیستم مورد نظر فعال است ، نزولی باشد. این روش شباهت زیادی به روش تابع لیاپانوف چندگانه دارد ، اما از آن برای طراحی کنترلر استفاده می شود.

<sup>۳</sup> Average Dwell time

<sup>۴</sup> Switch lyapanov function

دانشجویان محترم:

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

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان  
مراجع:

دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان  
R. Shorten, O. Mason, F. O. Cairbre, and P. Curran, "A unifying framework for the SISO circle criterion and other quadratic stability criteria,"  
Int. J. Control, vol. ۷۷, no. ۱, pp. ۱-۸, ۲۰۰۴.

دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان  
۲-  
دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان  
R. Frasca, L. Iannelli, and F. Vasca, "Dithered sliding-mode control for switched systems," IEEE Trans. on  
switched systems, vol. ۲۰۰۶, ۸۷۶-۸۷۲, pp. ۹, no. ۵۳ Circuits and Systems, vol.

دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان  
۴-  
دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان  
Roberto frasca . luigi iannelli.franceco vasca" experimental validation of dithered sliding mode control for  
american control conference ۲۰۰۶ switched systems" proceeding of the  
Minneapolis, Minnesota, USA, june  
۲۰۰۶, ۱۶-۱۴  
دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان  
۵-

دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان  
R. A. Decarlo, M. S. Branicky, S. Pettersson, and B. Lennartson, P. J. Antsaklis, Ed., "Perspectives and results on the stability and stabilizability of hybrid systems," in Proc. IEEE: Special Issue Hybrid Systems,  
۲۰۰۰, vol. ۸۸, pp. ۱۰۶۹-۱۰۸۲.

دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان  
۶-  
دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان  
A. Bemporad and M. Morari, "Control of systems integrating logic, dynamics, and constraints," Automatica, vol. ۳۵, no. ۳, pp. ۴۰۷-۴۲۷,  
۱۹۹۹.

دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان  
۷-  
دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان  
J. P. Hespanha, H. Unbehauen, Ed., "Stabilization through hybrid control,"

- دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان
- زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان in Proc. Encyclopedia Life Support Syst. (EOLSS), Volume Control Syst., Robot., Automat., Oxford, U.K., ۲۰۰۴.
- دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان ۸-
- دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان M. Johansson, Piecewise Linear Control Systems—A Computational Approach. New York: Springer-Verlag, ۲۰۰۲, vol. ۲۸۴.
- دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان ۹-
- دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان D. Liberzon and R. Tempo, “Common Lyapunov functions and gradient algorithms,” IEEE Trans. Automat. Control, vol. ۴۹, no. ۶, pp. ۹۹۰–۹۹۴, Jun. ۲۰۰۴.
- دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان ۱۰-
- دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان D. Liberzon, J. P. Hespanha, and A. S. Morse, “Stability of switched linear systems: A Lie-algebraic condition,” Syst. Control Lett., vol. ۳۷, no. ۳, pp. ۱۱۷–۱۲۲, ۱۹۹۹.
- دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان ۱۱-
- دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان C. King and R. Shorten, “A singularity test for the existence of common quadratic Lyapunov functions for pairs of stable LTI systems,” in Proc. Amer. Control Conf., ۲۰۰۴, pp. ۳۸۸۱–۳۸۸۴.
- دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان ۱۲-
- دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان R. Shorten, O. Mason, F. O. Cairbre, and P. Curran, “A unifying framework for the SISO circle criterion and other quadratic stability criteria,” Int. J. Control, vol. ۷۷, no. ۱, pp. ۱–۸, ۲۰۰۴.
- دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان ۱۳-
- دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان M. Margaliot, “Stability analysis of switched systems using variational principles: An introduction,” Automatica, vol. ۴۲, no. ۱۲, pp. ۲۰۵۹–۲۰۷۷, ۲۰۰۶.
- دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

Z. Huang, C. Xiang, H. Lin, and T. H. Lee, "A stability criterion for arbitrarily switched second-order LTI systems," in Proc. IEEE Conf. Control Automat., ۲۰۰۷, pp. ۹۵۱-۹۵۶.

۱۵- گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

H. Lin and P. J. Antsaklis, "Switching stabilizability for continuous time uncertain switched linear systems," IEEE Trans. Automat. Control, vol. ۵۲, no. ۴, pp. ۶۳۳-۶۴۶, Apr. ۲۰۰۷.

- J.K. Hale, Theory of Functional Differential Equations, Springer, Berlin, ۱۶ ۱۹۷۷.

۱۷- Z. Xiang, R. Wang, Robust reliable control for uncertain nonlinear switched systems with time delay, Appl. Math. Comput. ۲۱۰ (۱) (۲۰۰۹) ۲۰۲-۲۱۰.

۱۸- Z. Xiang, Y.N. Sun, Q. Chen, Robust reliable stabilization of uncertain switched neutral systems with delayed switching, Appl. Math. Comput. ۲۱۷ (۲۳) (۲۰۱۱) ۹۸۳۵-۹۸۴۴.

۱۹- L. Wu, J. Lam, Sliding mode control of switched hybrid systems with time-varying delay, Int. J. Adap. Contr. Signal Process. ۲۲ (۱۰) (۲۰۰۸) ۹۰۹-۹۳۱.

۲۰- D. Liberzon, Switching in Systems and Control, Birkhauser, Boston, ۲۰۰۳.

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان  
 زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان  
 دانشکده مهندسی گروه برق خطی دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق دانشگاه زنجان  
 Common Lyapanov function تابع لیپانوف مشترک  
 Average Dwell time متوسط زمان ثابت  
 Buck converter تبدیل ثابت  
 Librozen لیبروزن  
 Bracket Lie دسته Lie  
 Locally attractive جذابیت محلی  
 Relaxation theorm تئوری ریلکسی  
 Chattering نوشتاری  
 Multiple Lyapanov function (MLF) تابع لیپانوف چندگانه  
 Min – Projection پروژه مینی مم  
 Gronwal- Belman پیوسته از راست  
 Right continuous  
 Switch lyapanov function تابع لیپانوف سوئیچ شده  
 Lebesgue فضا  
 Commutator طی کننده – جابجاگر



**Department Of Electrical Engineering**

**School Of Engineering**

**Zanjan University**

**By:**

**Morteza Kalantari Balaghi**

**Topic:**

**Survay & Control Of Switchings Systems**

**Advisor:**

**Dr.Saleh Mobayen**

**Autumn ۹۵**