**کنترل بار در سیستم انرژی آبی با فازی نوع دوم در سیمولینک MATLAB**

تخمین و تشخیص خطا در سیستم های قدرت

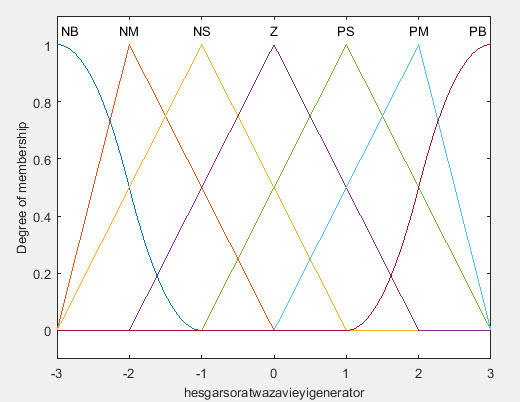
مسئله تخمین و تشخیص خطا در سیستم های قدرتی به عنوان یک مسئله مهم برشمرده می شود. این مسئله از آن جایی نشات می گیرد که عدم وجود سیستم های تشخیص خطا، ممکن است خسارات مالی و اقتصادی و حتی انسانی فراوانی را ایجاد نماید. لذا ارائه یک سیستم تخمین خطا قبل از وقوع هرگونه عیبی در سیستم های قدرت مسئله مهمی تلقی می شود. سیستم های انرژی آبی به دلیل نواقصی که در زمان ایجاد خطا های مختلف دارند، دچار مشکلاتی اساسی می شوند. با توجه به این موضوع، ایجاد یک سیستم کنترل کننده برای تخمین خطا ها، تضمین حداکثر مقدار انرژی و همچنین کاهش هزینه های نگهداری، می تواند از بروز عوامل مختلف جلوگیری کند. از این رو استفاده از الگوریتم ترکیبی فیلتر کالمن توسعه یافته و منطق فازی به عنوان کنترل کننده پیشنهاد می شود.

معرفی پروژه

یکی از مهمترین بخش های این پروژه مدل سیستماتیک ارائه شده در سیستم انرژی آبی می باشد که یک کنترل کننده ترکیبی مبتنی بر فیلتر کالمن توسعه یافته و منطق فازی نوع دوم است. عملیات شناسایی خطا با فیلتر کالمن توسعه یافته و تحمل خطا به همراه تضمین حداکثر مقدار انرژی در زمان جدا سازی خطا ها و همچنین عملکرد صحیح تضمین شده با حداقل هزینه نگهداری و خسارات ناشی به کمک منطق فازی صورت می گیرد. بکارگیری محیط MATLAB به عنوان شبیه ساز و پلتفرم اصلی همراه با محیط سیمولینک آن مدنظر این پروژه است. برای اجرای شبیه سازی در ابتدا نیاز است تا پارامتر های اصلی سیستم انرژی آبی مقداردهی شود. زمان کل شبیه سازی 20 ثانیه فرض شده که سیستم انرژی آبی از زمان شروع به کار، عملیات کنترل با منطق فازی و سپس تعیین خطا با فیلتر کالمن توسعه یافته را انجام بدهد. در ابتدا نیاز است تا ساختار کنترل کننده فازی نوع دوم ارائه گردد. برای این منظور، ورودی سیستم فازی، حسگر سرعت و زاویه ای ژنراتور، حسگر و محرک فراز در سیستم انرژی آبی به عنوان مولفه های مهم برای تشخیص خطا استفاده می شوند که هر کدام دارای یک سری توابع عضویت و بازه اعداد فازی همراه با متغیرهای زبانی خواهند بود.

# 4-2 شبیه سازی و نتایج

شبیه سازی در محیط MATLAB انجام خواهد شد که همزمان در خط فرمان و سیمولینک می باشد. در ابتدا نیاز است تا پارامترهای اصلی سیستم انرژی آبی مقداردهی شود. زمان کل شبیه سازی 20 ثانیه فرض شده است که سیستم انرژی آبی از زمان شروع به کار، عملیات کنترل با منطق فازی و سپس تعیین خطا با فیلتر کالمن توسعه یافته را انجام بدهد. در ابتدا نیاز است تا ساختار کنترل کننده فازی نوع دوم ارائه گردد. برای این منظور، ورودی سیستم فازی، حسگر سرعت و زاویه ای ژنراتور، حسگر و محرک فراز در سیستم انرژی آبی به عنوان مولفه های مهم برای تشخیص خطا، استفاده می شوند خواهد بود که هر کدام دارای یک سری توابع عضویت و بازه اعداد فازی همراه با متغیرهای زبانی خواهند بود. لذا شکل (4-1) برای ورودی حسگر سرعت و زاویه ای ژنراتور، شکل (4-2) برای ورودی حسگر و محرک سیستم انرژی آبی در کنترل کننده فازی نوع دوم تعریف می شوند.

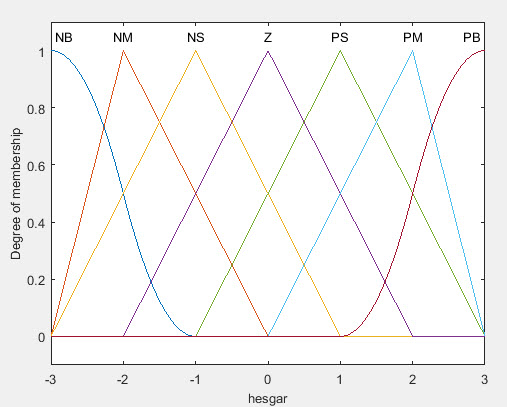


شکل (4-1) ورودی حسگر سرعت و زاویه ای ژنراتور سیستم انرژی آبی در کنترل کننده فازی نوع دوم

بر اساس شکل (4-1) که ورودی حسگر سرعت و زاویه ای ژنراتور سیستم انرژی آبی در کنترل کننده فازی نوع دوم است، جدول (4-1)، توابع عضویت و لغات زبانی و مجموعه اعداد فازی نوع دوم هر متغیر را نشان می دهد.

جدول (4-1) نمایش توابع عضویت و لغات زبانی و مجموعه اعداد فازی نوع دوم برای شکل (4-1)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| نوع تابع عضویت | لغات زبانی | اعداد فازی |
| زیگموئیید (zmf) | NB | [-3\*k1,-1\*k1] |
| مثلثی (trimf) | NM | [-3\*k1,-2\*k1,0] |
| مثلثی (trimf) | NS | [-3\*k1,-1\*k1,1\*k1] |
| مثلثی (trimf) | Z | [-2\*k1,0,2\*k1] |
| مثلثی (trimf) | PS | [-1\*k1,1\*k1,3\*k1] |
| مثلثی (trimf) | PM | [0,2\*k1,3\*k1] |
| زیگموئیید (zmf) | PB | [1\*k1,3\*k1] |



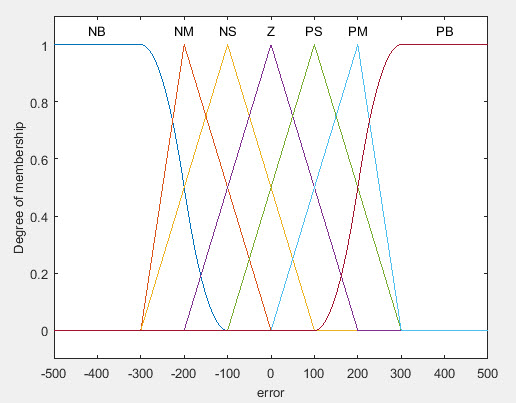
شکل (4-2) ورودی حسگر و محرک فراز سیستم انرژی آبی در کنترل کننده فازی نوع دوم

بر اساس شکل (4-2) که ورودی حسگر و محرک فراز سیستم انرژی آبی در کنترل کننده فازی نوع دوم است، جدول (4-2)، توابع عضویت و لغات زبانی و مجموعه اعداد فازی نوع دوم هر متغیر را نشان می دهد.

جدول (4-2) نمایش توابع عضویت و لغات زبانی و مجموعه اعداد فازی نوع دوم برای شکل (4-2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| نوع تابع عضویت | لغات زبانی | اعداد فازی |
| زیگموئیید (zmf) | NB | [-3\*k1,-1\*k1] |
| مثلثی (trimf) | NM | [-3\*k1,-2\*k1,0] |
| مثلثی (trimf) | NS | [-3\*k1,-1\*k1,1\*k1] |
| مثلثی (trimf) | Z | [-2\*k1,0,2\*k1] |
| مثلثی (trimf) | PS | [-1\*k1,1\*k1,3\*k1] |
| مثلثی (trimf) | PM | [0,2\*k1,3\*k1] |
| زیگموئیید (zmf) | PB | [1\*k1,3\*k1] |

همین طور خروجی فازی، قرار است یک بخش خطا را در سیستم انرژی آبی مشخص نماید که در ادامه با فیلتر کالمن، دقیقا مشخص خواهد شد که خروجی فازی نوع دوم، به صورت شکل (4-3) است.



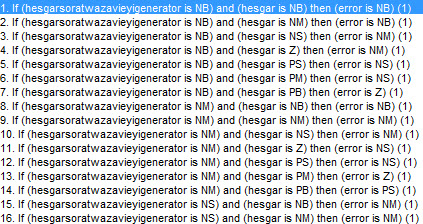
شکل (4-3) خروجی فازی نوع دوم

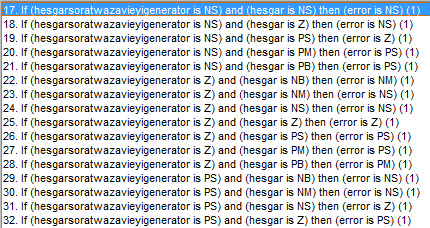
بر اساس شکل (4-3) که خروجی خطای سیستم انرژی آبی در کنترل کننده فازی نوع دوم است، جدول (4-3)، توابع عضویت و لغات زبانی و مجموعه اعداد فازی نوع دوم هر متغیر را نشان می دهد.

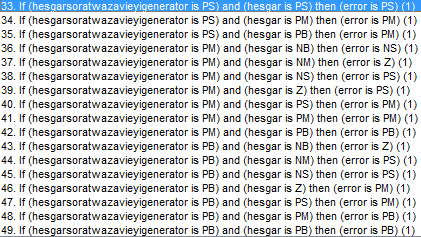
جدول (4-3) نمایش توابع عضویت و لغات زبانی و مجموعه اعداد فازی نوع دوم برای شکل (4-3)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| نوع تابع عضویت | لغات زبانی | اعداد فازی |
| زیگموئیید (zmf) | NB | [-3\*k3,-1\*k3] |
| مثلثی (trimf) | NM | [-3\*k3,-2\*k3,0] |
| مثلثی (trimf) | NS | [-3\*k3,-1\*k3,1\*k3] |
| مثلثی (trimf) | Z | [-2\*k3,0,2\*k3] |
| مثلثی (trimf) | PS | [-1\*k3,1\*k3,3\*k3] |
| مثلثی (trimf) | PM | [0,2\*k3,3\*k3] |
| زیگموئیید (zmf) | PB | [1\*k3,3\*k3] |

قوانینی که بین این ورودی ها برای رسیدن به خروجی در سیستم کنترل فازی نوع دوم انجام می شود، به صورت شکل (4-4) است که مجموعا 49 قانون می باشد.

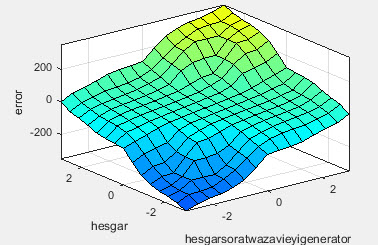






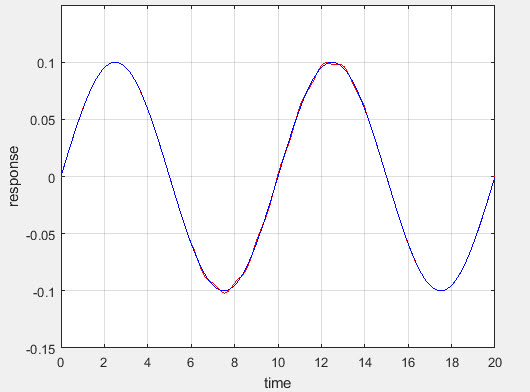
شکل (4-4) نمایش قوانین سیستم کنترل فازی نوع دوم

همین طور سطح فازی برای دو ورودی شامل ورودی اول حسگر سرعت و زاویه ای ژنراتور و ورودی دوم حسگر و محرک فراز سیستم انرژی آبی، به صورت گرافیکی برای رسیدن به خطا در خروجی به صورت شکل (4-5) است.

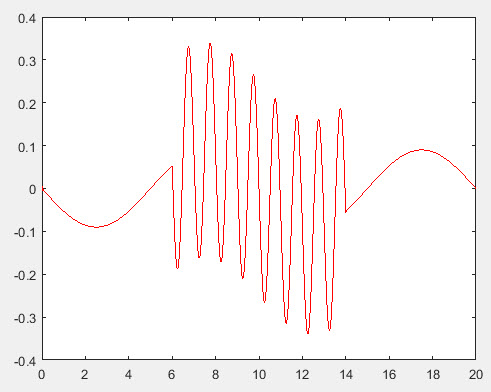


شکل (4-5) نمایش گرافیکی سطح فازی نوع دوم

پاسخ سیستم برای نمایش پاسخ به صورت شکل (4-6) و نمایش خطای خروجی فازی نوع دوم به صورت شکل (4-7) می باشد که در ادامه این کنترل کننده در یک محیط سیمولینک با سیستم خطایابی کالمن توسعه یافته، ترکیب می شود.

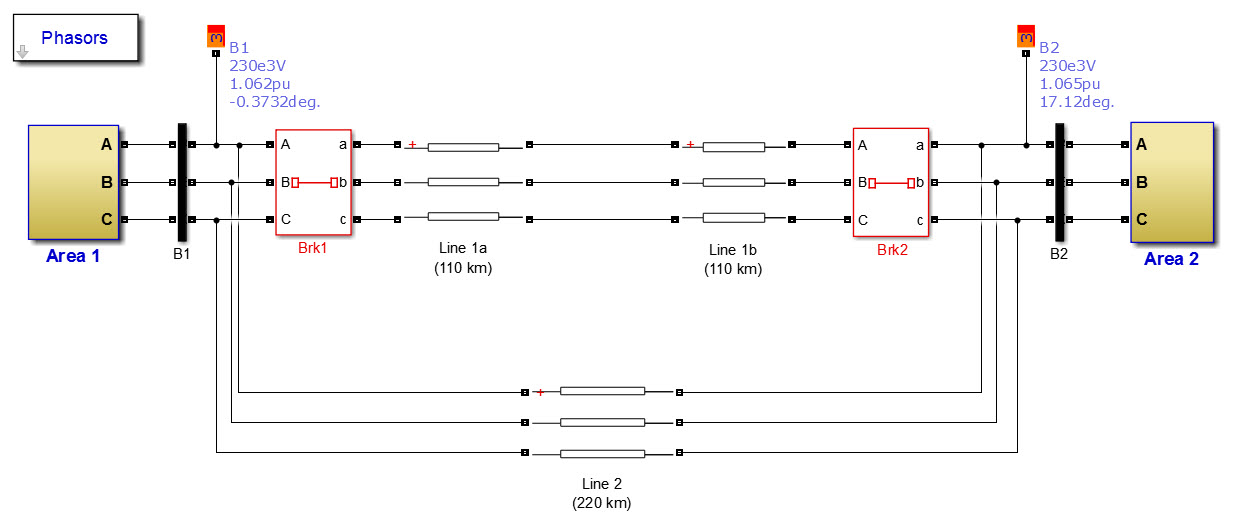


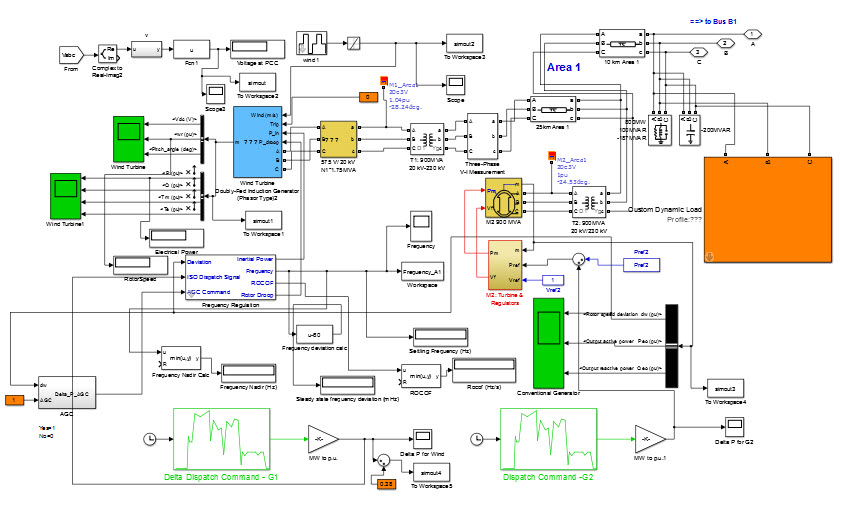
شکل (4-6) نمایش پاسخ

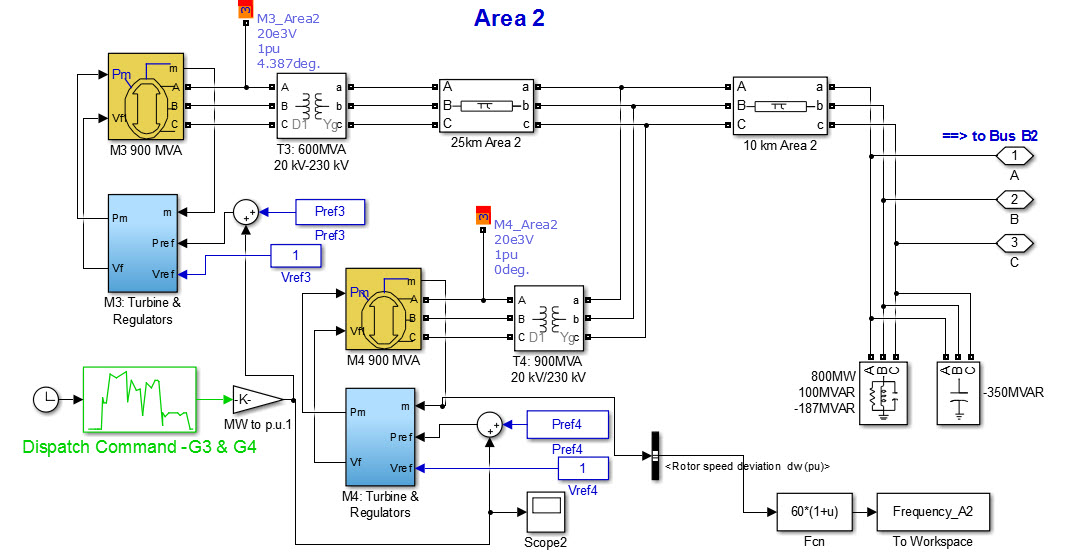


شکل (4-7) نمایش خطای خروجی فازی نوع دوم

نمای کلی سیمولینک طراحی شده برای سیستم سیستم انرژی آبی ی به صورت شکل (4-8) است که تمامی اجزا و کنترل کننده فازی نوع دوم در آن مشاهده می شود.

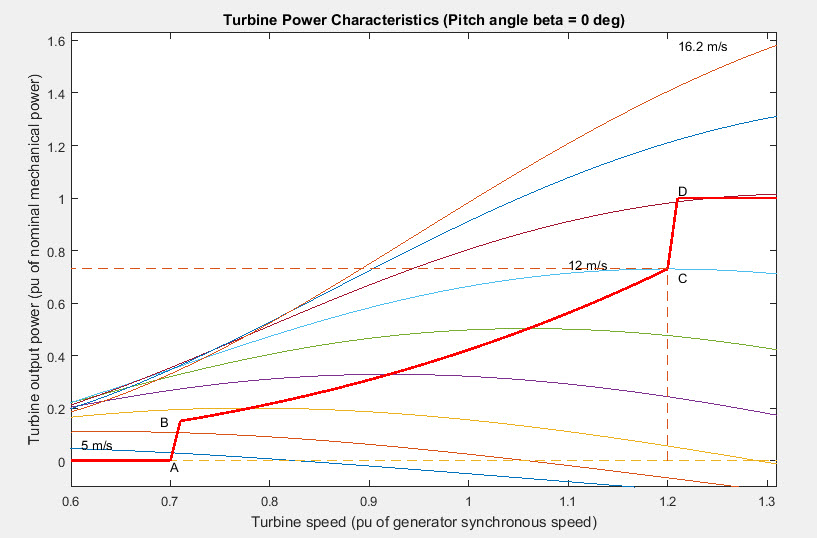






شکل (4-8) نمای کلی سیمولینک طراحی شده برای سیستم انرژی آبی

خروجی سیمولینک بعد از اجرا طبق شکل (4-9) نشان می دهد که ویژگی های توان سیستم انرژی آبی برای کاهش خطا و سرعت سیستم انرژی آبی، تا چه اندازه بهینه سازی داشته است.



شکل (4-9) نمایش کاهش خطا بر حسب انرژی و سرعت در سیستم انرژی آبی بعد از اعمال رویکرد پیشنهادی

در انتها، حداکثر خطای موجود برابر 2.049 است که میانگین خطاها برابر 0.54 و خطایی که در سیستم بعد از اعمال رویکرد پیشنهادی باقی مانده است، برابر 0.708 است که نشان می دهد از تفریق حداکثر خطای موجود بر خطای باقی مانده، 1.341 واحد خطا، کسر شده است که نشان از بهبود رویکرد پیشنهادی در تشخیص و سپس کاهش خطا در سیستم انرژی آبی نمایش می دهد.

# 4-3 جمع بندی

در این فصل به ارائه یک شبیه سازی در محیط MATLAB با هدف تخمین خطا در سیستم انرژی آبی با رویکرد ترکیبی کنترل کننده فازی نوع دوم و استفاده از فیلتر کالمن توسعه یافته پرداخته شد. ضمن بررسی دقیق نتایج و تحلیل آن ها، یک مقایسه موردی با روش های پیشین نیز انجام گرفت که حاکی از بهبود رویکرد پیشنهادی نسبت به روش های پیشین را نشان می داد.