

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

تخمین و تشخیص خطا در سیستم های قدرت

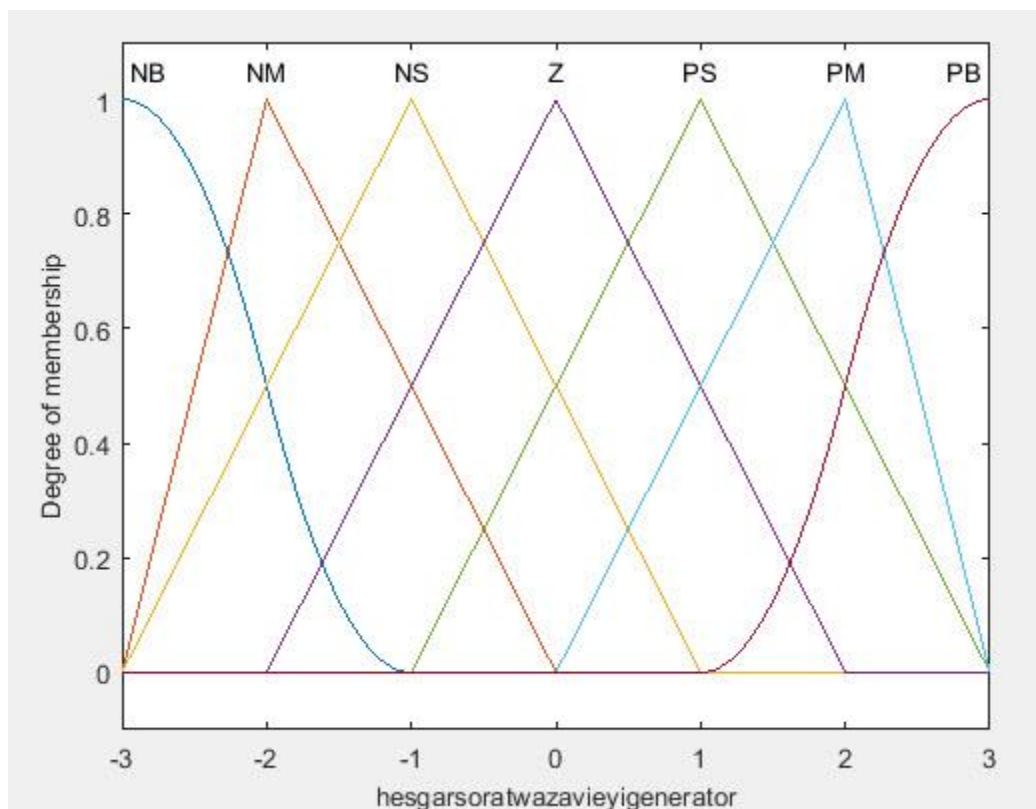
مسئله تخمین و تشخیص خطا در سیستم های قدرتی به عنوان یک مسئله مهم برشمرده می شود. این مسئله از آن جایی نشأت می گیرد که عدم وجود سیستم های تشخیص خطا، ممکن است خسارات مالی و اقتصادی و حتی انسانی فراوانی را ایجاد نماید. لذا ارائه یک سیستم تخمین خطا قبل از وقوع هرگونه عیبی در سیستم های قدرت مسئله مهمی تلقی 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 مقاداردهی 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.

2-4 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.

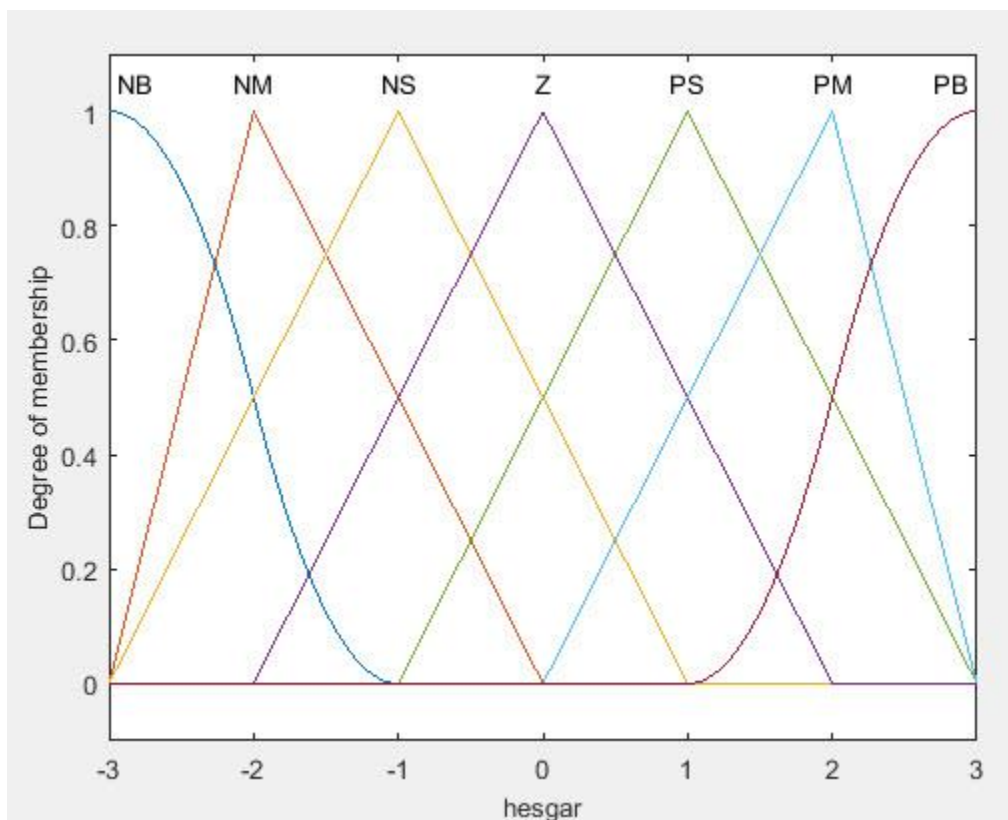


شکل (1-4) ورودی حسگر سرعت و زاویه ای ژنراتور سیستم انرژی آبی در کنترل کننده فازی نوع دوم

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

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

نوع تابع عضویت	لغات زبانی	اعداد فازی
زیگموئید (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	$[0, 2*k1, 3*k1]$
زیگموئید (zmf)	PB	$[1*k1, 3*k1]$



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

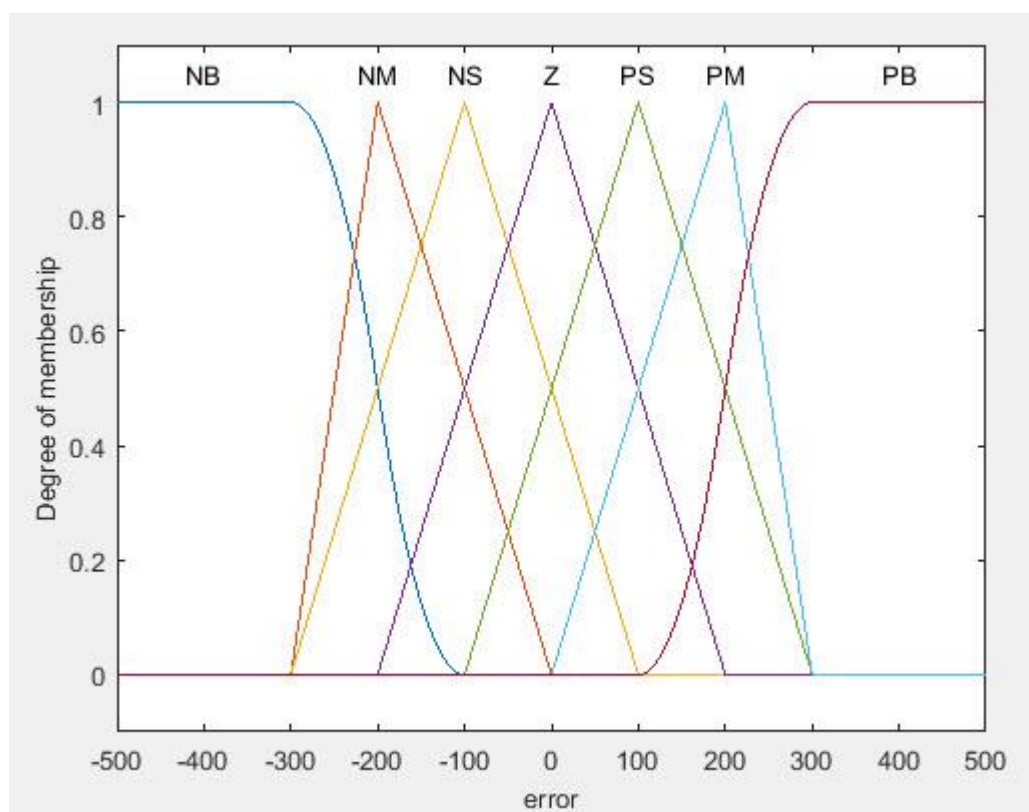
بر اساس شکل (2-4) که ورودی حسگر و محرک فراز سیستم انرژی آبی در کنترل کننده فازی نوع دوم است، جدول (2-4)، توابع عضویت و لغات زبانی و مجموعه اعداد فازی نوع دوم هر متغیر را نشان می دهد.

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

نوع تابع عضویت	لغات زبانی	اعداد فازی
زیگموئید (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	$[-1*k1, 1*k1, 3*k1]$

$[0, 2 \times k1, 3 \times k1]$	PM	مثلثی (trimf)
$[1 \times k1, 3 \times k1]$	PB	زیگموئید (zmf)

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



شکل (3-4) خروجی فازی نوع دوم

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

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

نوع تابع عضویت	لغات زبانی	اعداد فازی
زیگموئید (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	$[0, 2*k3, 3*k3]$
زیگموئید (zmf)	PB	$[1*k3, 3*k3]$

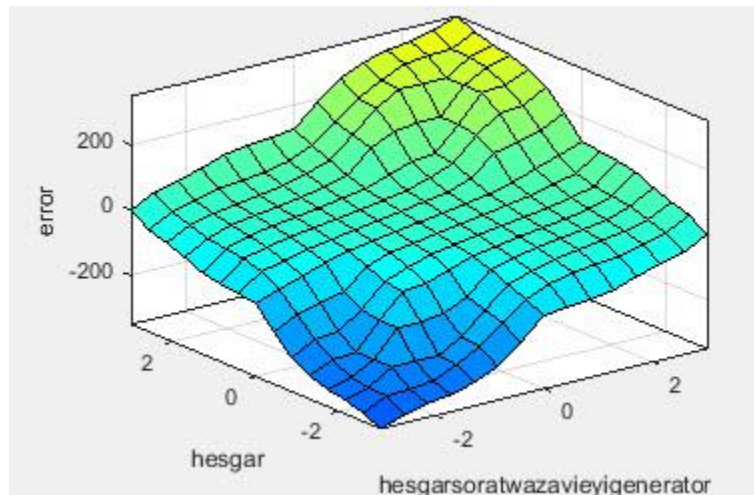
قوانینی که بین این ورودی ها برای رسیدن به خروجی در سیستم کنترل فازی نوع دوم انجام می شود، به صورت شکل 4-4 است که مجموعاً 49 قانون می باشد.

1. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NB) and (hesgar is NB) then (error is NB) (1)
2. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NB) and (hesgar is NM) then (error is NB) (1)
3. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NB) and (hesgar is NS) then (error is NM) (1)
4. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NB) and (hesgar is Z) then (error is NM) (1)
5. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NB) and (hesgar is PS) then (error is NS) (1)
6. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NB) and (hesgar is PM) then (error is NS) (1)
7. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NB) and (hesgar is PB) then (error is Z) (1)
8. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NM) and (hesgar is NB) then (error is NB) (1)
9. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NM) and (hesgar is NM) then (error is NM) (1)
10. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NM) and (hesgar is NS) then (error is NM) (1)
11. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NM) and (hesgar is Z) then (error is NS) (1)
12. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NM) and (hesgar is PS) then (error is NS) (1)
13. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NM) and (hesgar is PM) then (error is Z) (1)
14. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NM) and (hesgar is PB) then (error is PS) (1)
15. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NS) and (hesgar is NB) then (error is NM) (1)
16. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NS) and (hesgar is NM) then (error is NM) (1)
17. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NS) and (hesgar is NS) then (error is NS) (1)
18. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NS) and (hesgar is Z) then (error is NS) (1)
19. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NS) and (hesgar is PS) then (error is Z) (1)
20. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NS) and (hesgar is PM) then (error is PS) (1)
21. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is NS) and (hesgar is PB) then (error is PS) (1)
22. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is Z) and (hesgar is NB) then (error is NM) (1)
23. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is Z) and (hesgar is NM) then (error is NS) (1)
24. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is Z) and (hesgar is NS) then (error is NS) (1)
25. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is Z) and (hesgar is Z) then (error is Z) (1)
26. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is Z) and (hesgar is PS) then (error is PS) (1)
27. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is Z) and (hesgar is PM) then (error is PS) (1)
28. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is Z) and (hesgar is PB) then (error is PM) (1)
29. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PS) and (hesgar is NB) then (error is NS) (1)
30. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PS) and (hesgar is NM) then (error is NS) (1)
31. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PS) and (hesgar is NS) then (error is Z) (1)
32. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PS) and (hesgar is Z) then (error is PS) (1)

33. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PS) and (hesgar is PS) then (error is PS) (1)
 34. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PS) and (hesgar is PM) then (error is PM) (1)
 35. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PS) and (hesgar is PB) then (error is PM) (1)
 36. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PM) and (hesgar is NB) then (error is NS) (1)
 37. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PM) and (hesgar is NM) then (error is Z) (1)
 38. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PM) and (hesgar is NS) then (error is PS) (1)
 39. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PM) and (hesgar is Z) then (error is PS) (1)
 40. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PM) and (hesgar is PS) then (error is PM) (1)
 41. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PM) and (hesgar is PM) then (error is PM) (1)
 42. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PM) and (hesgar is PB) then (error is PB) (1)
 43. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PB) and (hesgar is NB) then (error is Z) (1)
 44. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PB) and (hesgar is NM) then (error is PS) (1)
 45. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PB) and (hesgar is NS) then (error is PS) (1)
 46. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PB) and (hesgar is Z) then (error is PM) (1)
 47. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PB) and (hesgar is PS) then (error is PM) (1)
 48. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PB) and (hesgar is PM) then (error is PB) (1)
 49. If (hesgarsoratwazavieyigenerator is PB) and (hesgar is PB) then (error is PB) (1)

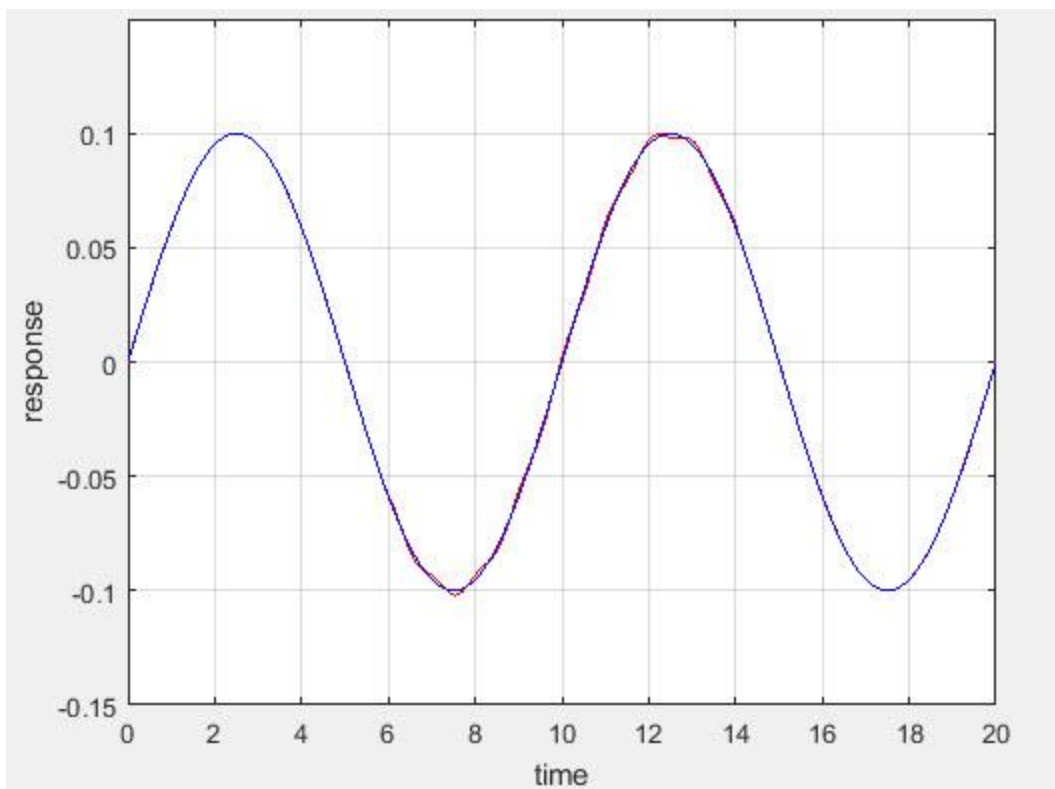
شکل (4-4) نمایش قوانین سیستم کنترل فازی نوع دوم

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.

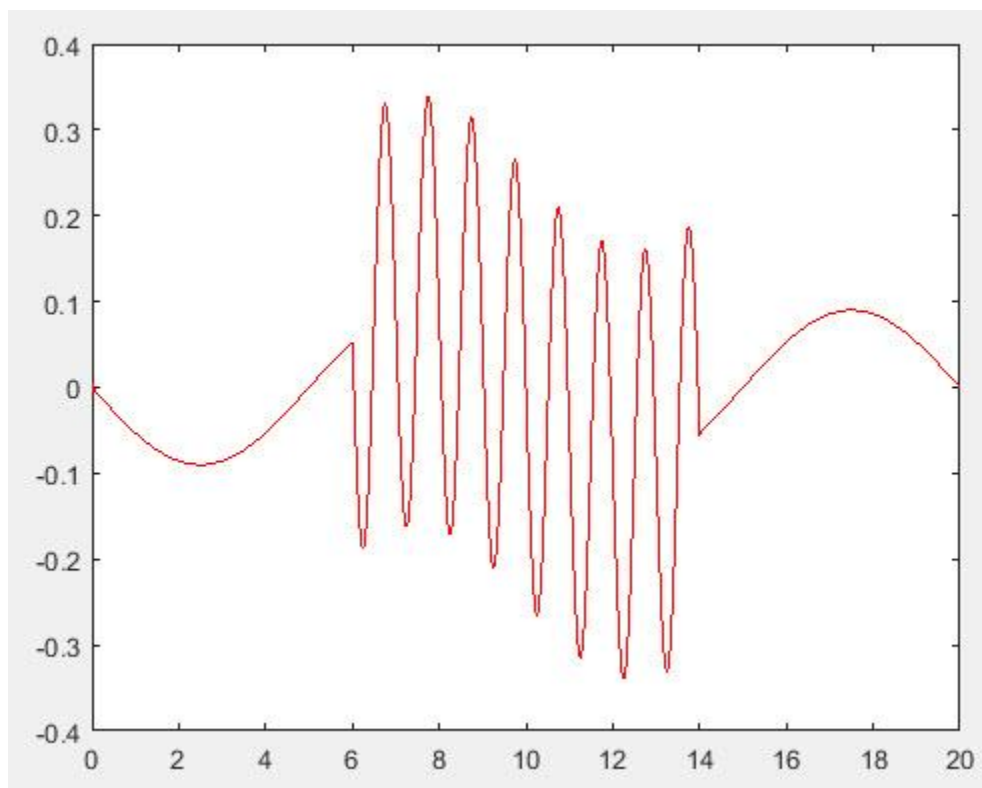


شکل (4-5) نمایش گرافیکی سطح فازی نوع دوم

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.

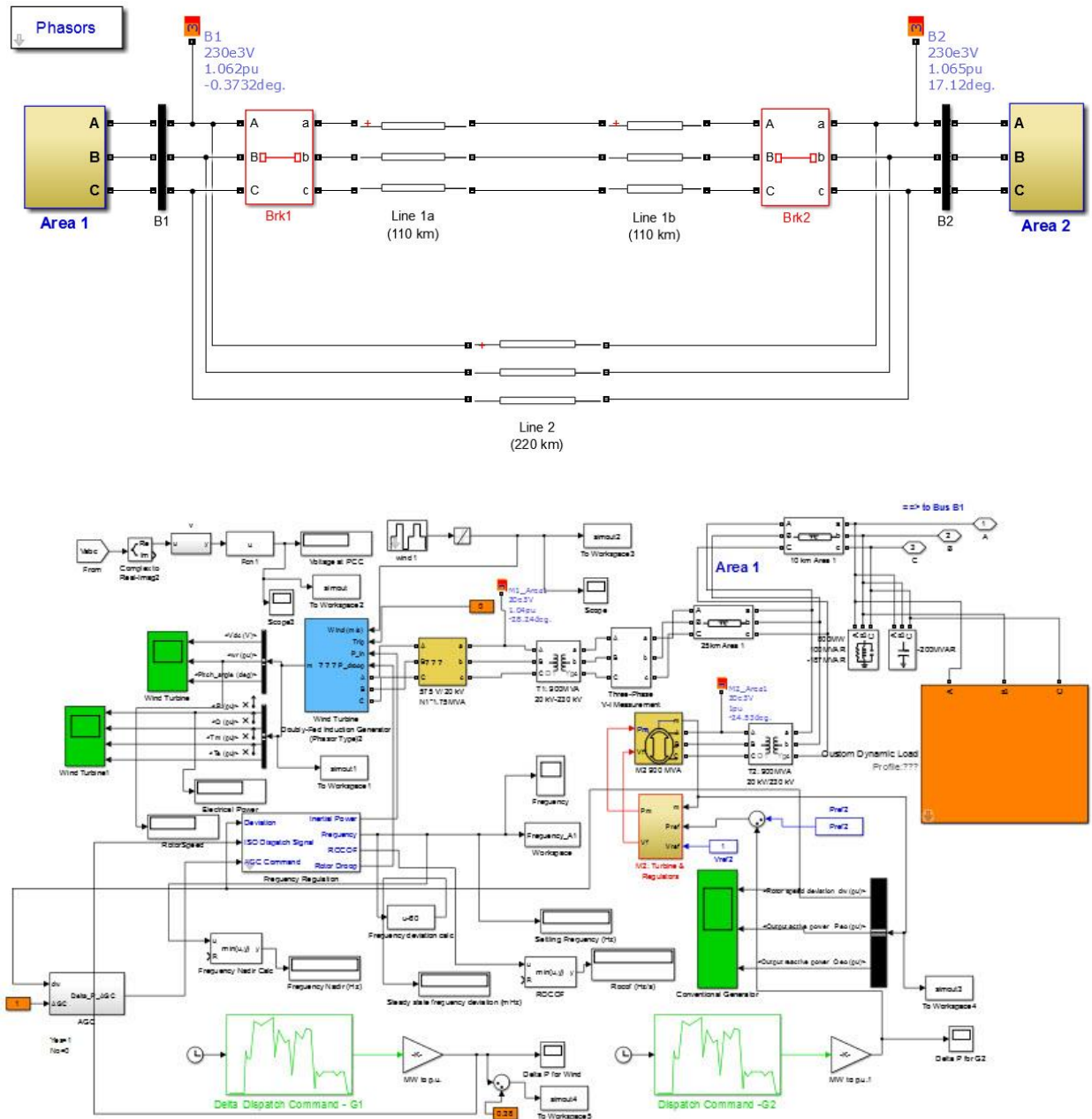


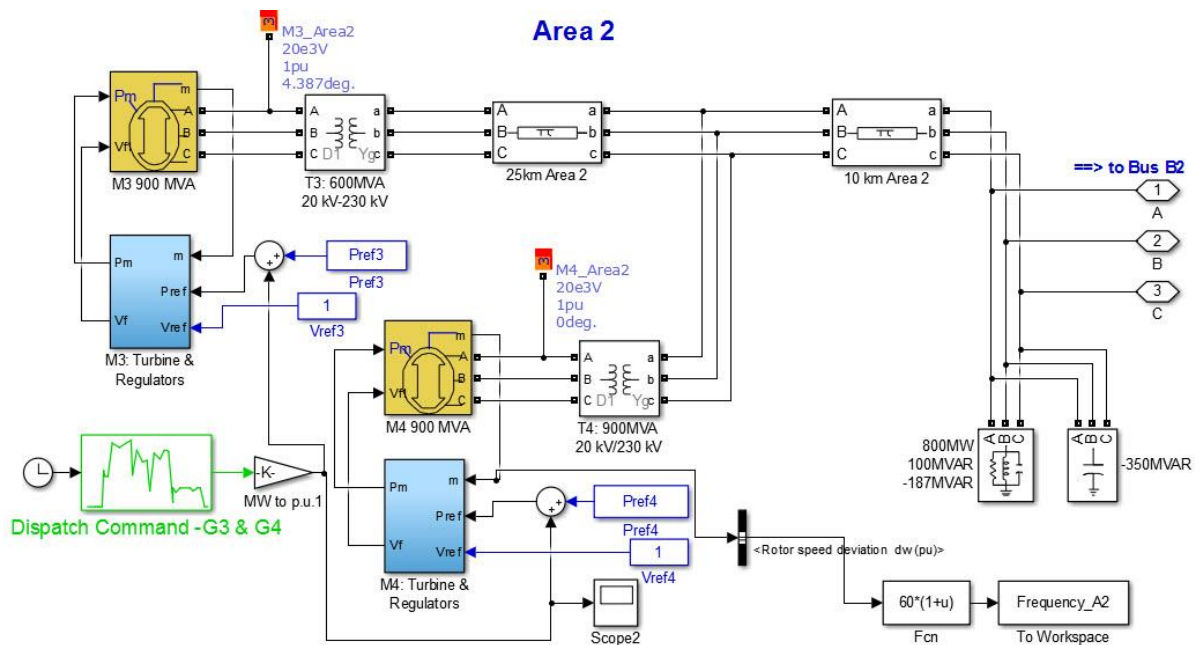
شکل (4-6) نمایش پاسخ



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

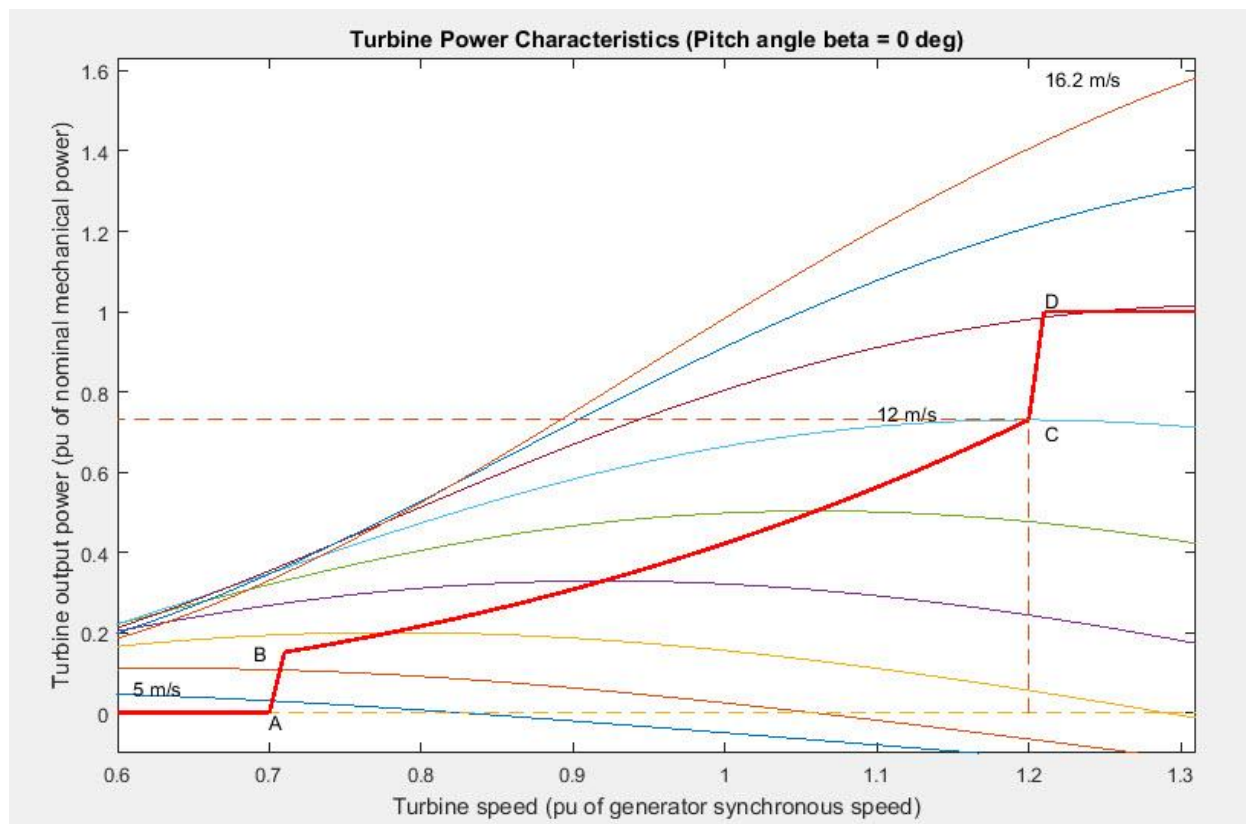
نمای کلی سیمولینک طراحی شده برای سیستم انرژی آبی به صورت شکل (4-8) است که تمامی اجزا و کنترل کننده فازی نوع دوم در آن مشاهده می شود.





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.