به نام خدا

کنترل چندسطحی توان خروجی و حالت سنکرون DFIG به منظور حفظ پایداری ولتاژ و فرکانس در ریزشبکه هوشمند

نام محقق:

استاد راهنما:

زمستان 98

فهرست مطالب

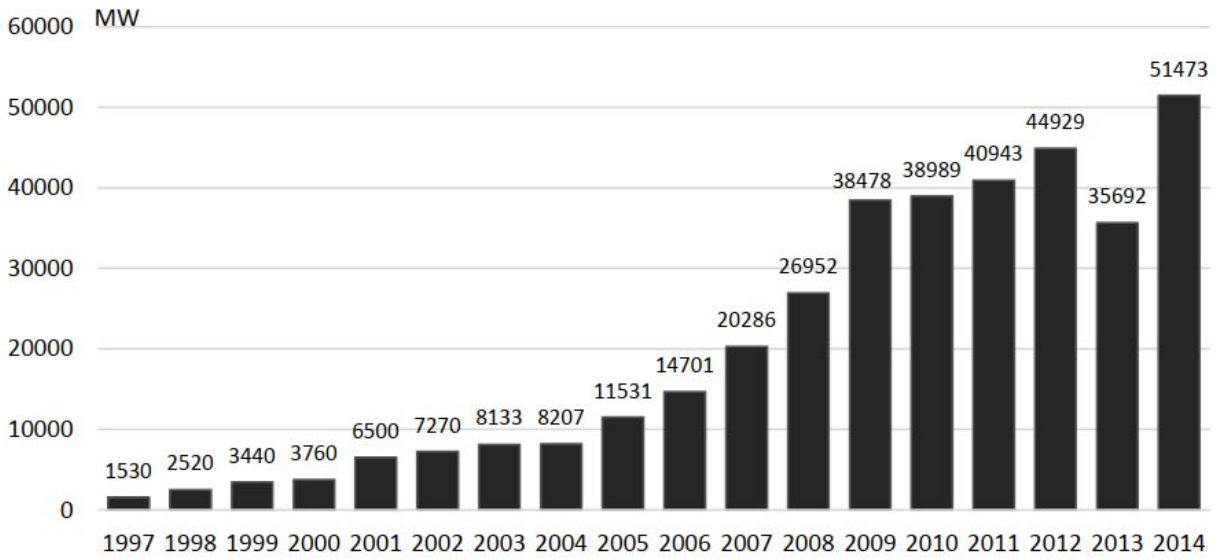
مقدمه

مرور بر مطالعات پیشین

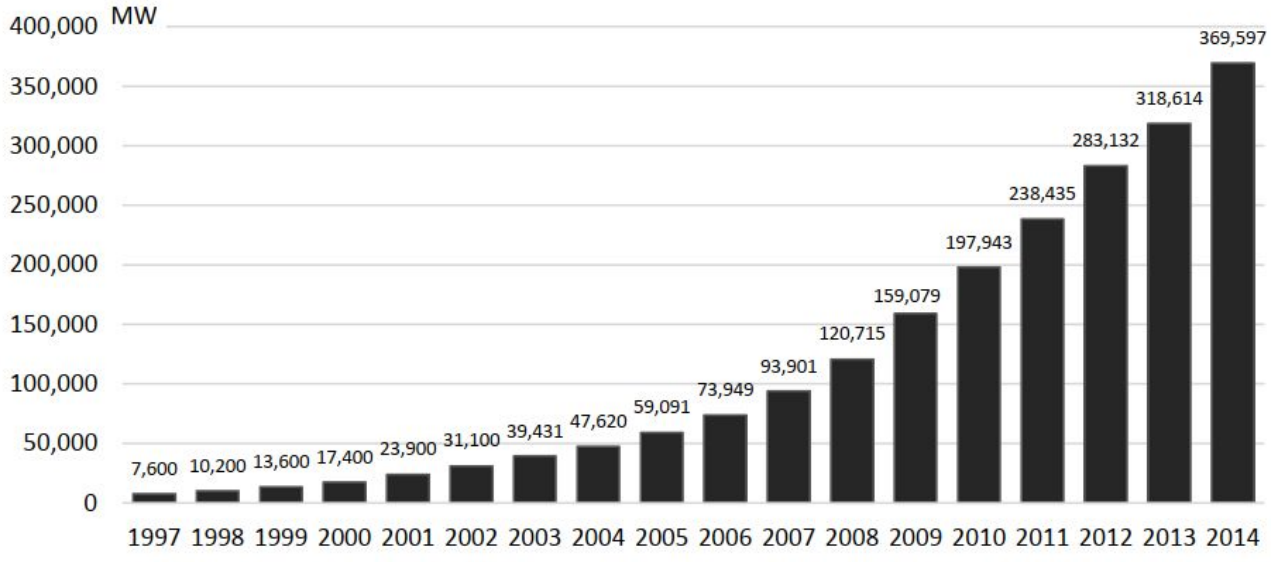
معرفی روش پیشنهادی

نتایج و مطالعات عددی

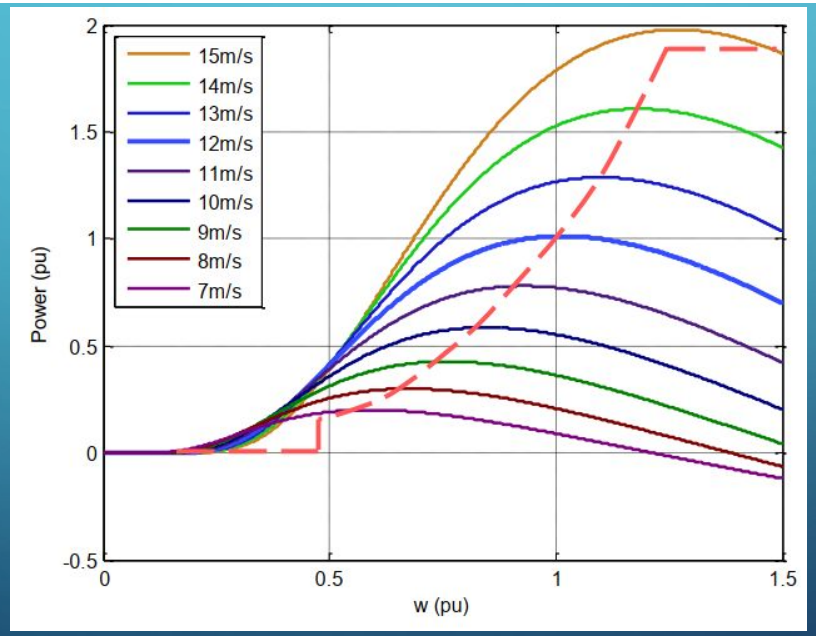
نتیجه گیری و پیشنهادات



شکل ۱-۱: ظرفیت نیروگاه‌های بادی نصب شده سالانه از ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۴ در سطح جهان [۳]



شکل ۱-۳: ظرفیت تجمعی توان بادی نصب شده در سطح جهان از ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۴ [۳]



2011 [1]

عملکرد DFIG تحت تأثیر خمش ولتاژ ناشی از اتصال کوتاه در شبکه

2017 [2]

یک مدل ساده و کامل پیشنهادشده است که در عین سادگی رفتار دینامیکی DFIG را تحت شرایط مختلف مانند تغییرات بار به‌خوبی مدل می‌کند

2018 [3]

یک سیستم کنترل برای سنکرون کردن شبکه با ژنراتور القایی دو سو تغذیه که در توربین های با سرعت متغیر مبتنی بر روش کنترل مستقیم گشتاور (DTC) ارائه داده است.

2019 [4]

یک طرح کنترل برای DFIG در طول اتصال شبکه ارائه شده است. هدف از سیستم کنترل دستیابی به هماهنگی نرم و سریع با شبکه است، که امکان اتصال سریع دوباره پس از عملکرد جداگانه را فراهم می آورد.

[4] Mohammadi, J., et al., *Combined control method for grid-side converter of DFIG-based variable-speed wind turbine under unbalanced network conditions.* IET Renewable Power Generation, 2017. 11(8): p. 1043-1052.

[3] Zhu, W., et al., *Investigation on the Fault Ride-through Capability of Doubly Fed Induction Generator with Crowbar Protection.* IEEE Transactions on Power Electronics, 2011. 26(7): p. 1918-1919.

[2] Chen, T., et al., *Investigation on the Fault Ride-through Capability of DFIG-based Tidal Power Generation System.* IEEE Transactions on Power Electronics, 2011. 26(7): p. 1918-1919.

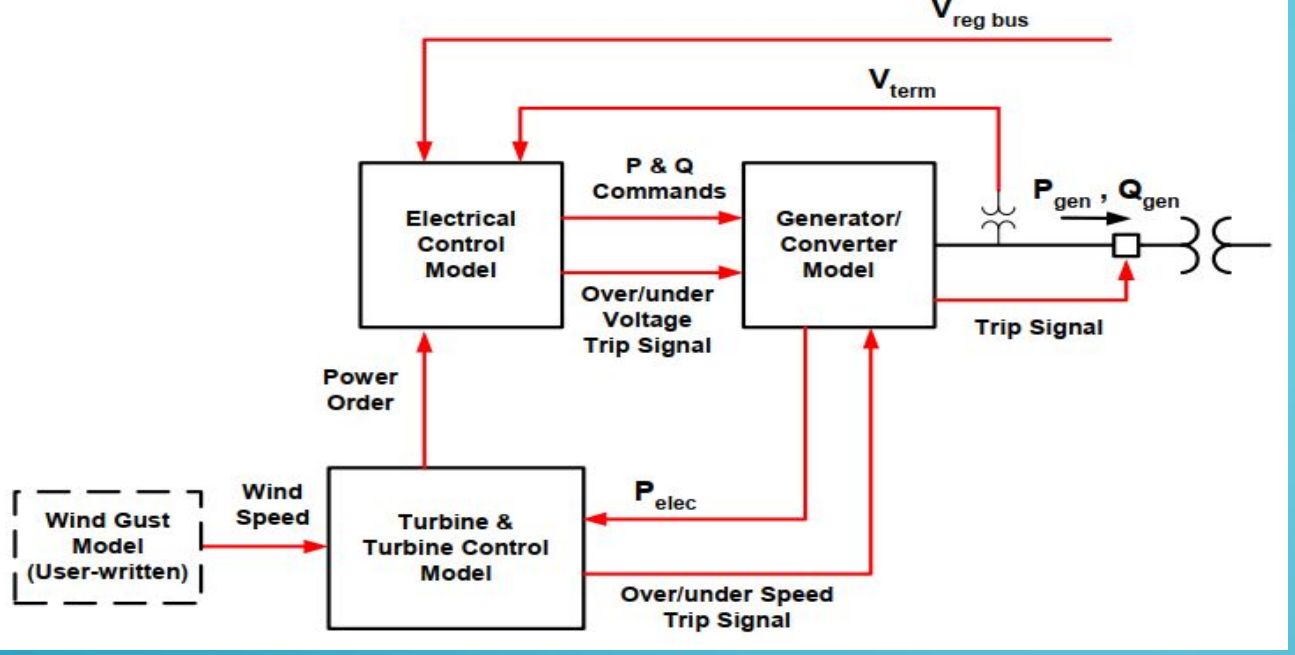
[1] Zhu, W., et al., *Investigation on the Fault Ride-through Capability of DFIG-based Tidal Power Generation System.* IEEE Transactions on Power Electronics, 2011. 26(7): p. 1918-1919.

طراحی سیستم کنترل چند سطحی با مبدل پشت به پشت برای DFIG برای تضمین پایداری ریزشبکه در شرایط مختلف بهره برداری

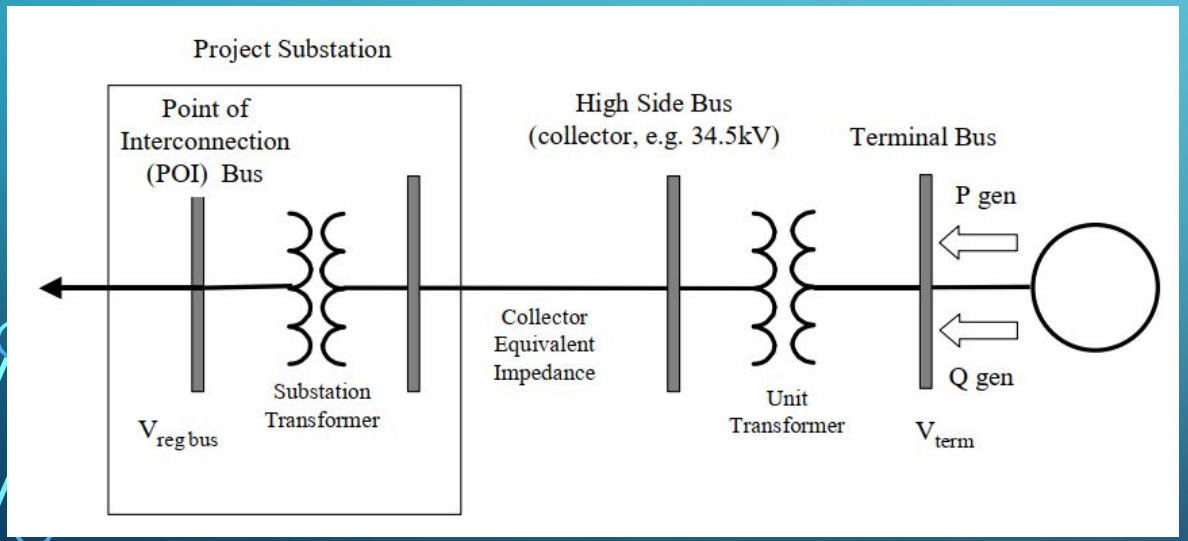
طراحی مبدل طرف شبکه (GSC) و مبدل طرف روتور (RSC) برای حفظ حالت سنکرون DFIG در صورت بروز اغتشاش در عین کمک به افزایش اینرسی ریزشبکه

بررسی عملکرد صحیح سیستم کنترلی در صورت وقوع خطا و اغتشاش در بخشی از ریزشبکه

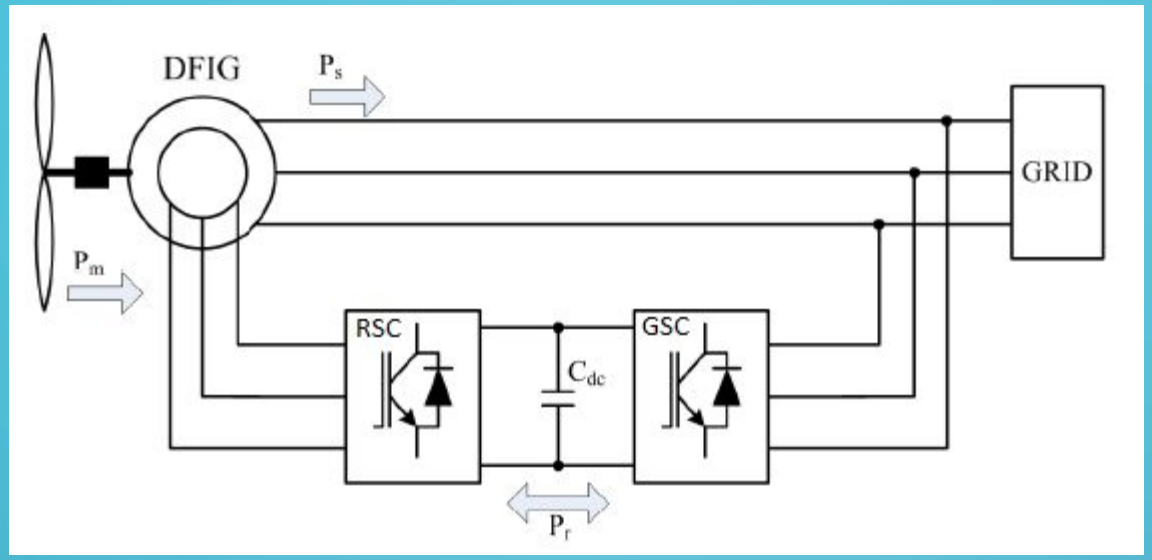
بررسی عملکرد صحیح سیستم کنترلی و حفظ حالت سنکرون توربین بادی در صورت تغییرات شرایط آب و هوایی



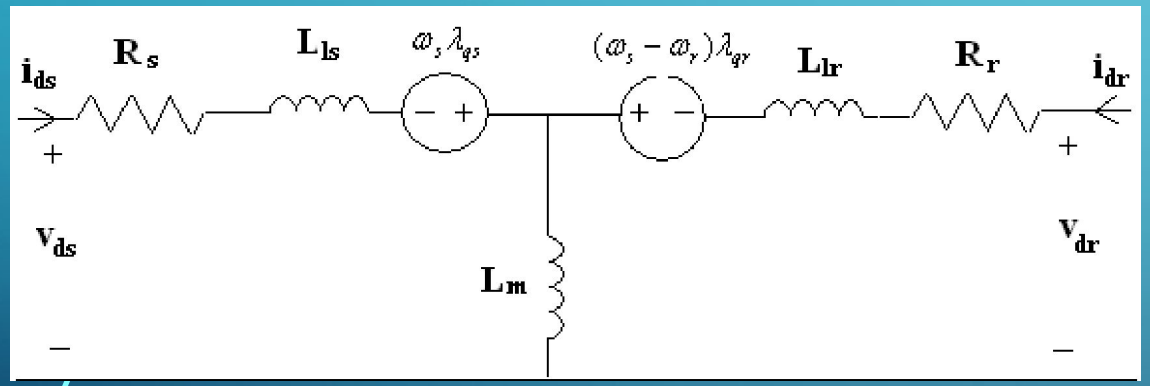
مدل بلوک دیاگرام WTG و سیستم های کنترلی

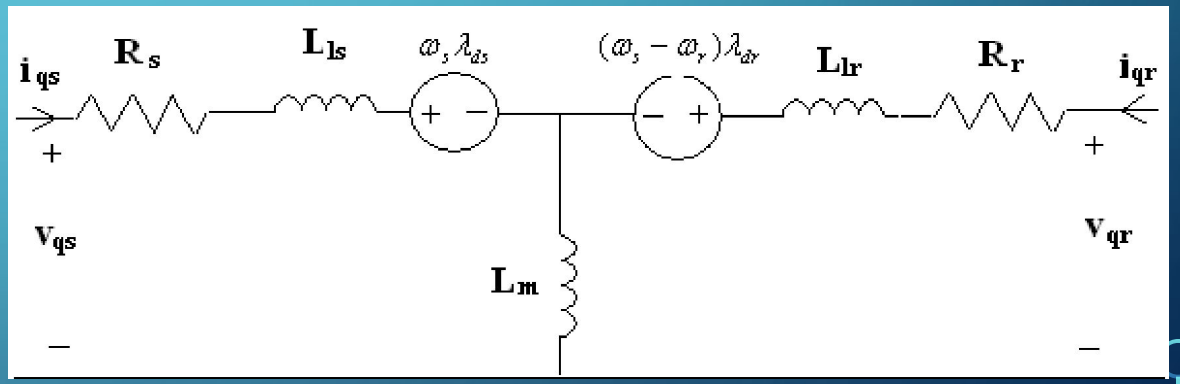


طریقه اتصال WTG به باس مشترک با شبکه

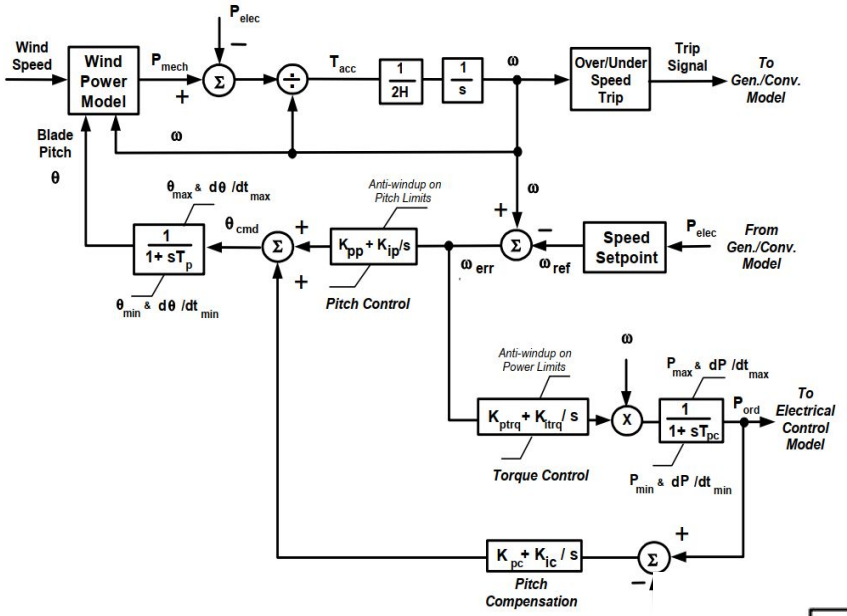


مدل DFIG با مبدل پشت به پشت

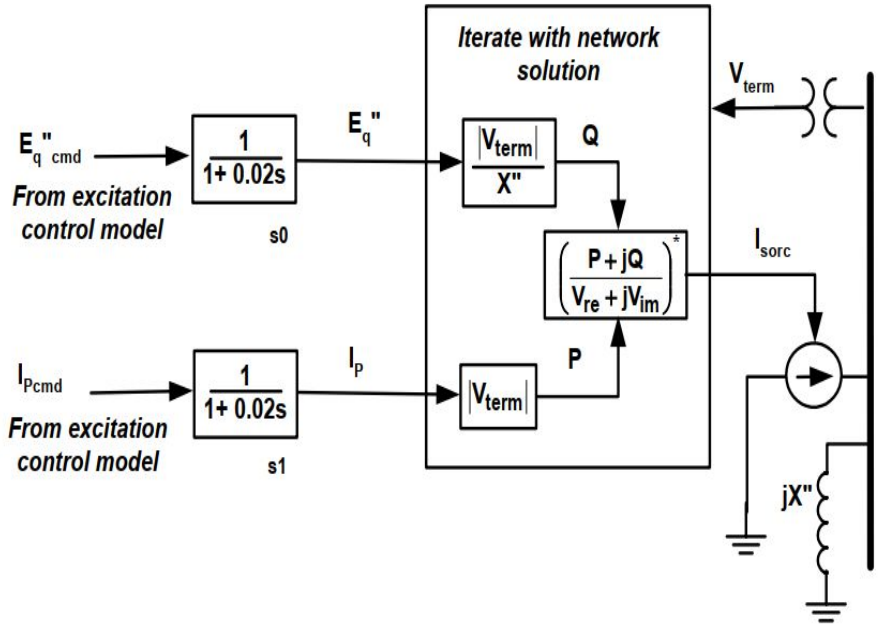




مدار معادل d و q ژنراتور را در دستگاه مرجع سنکرون

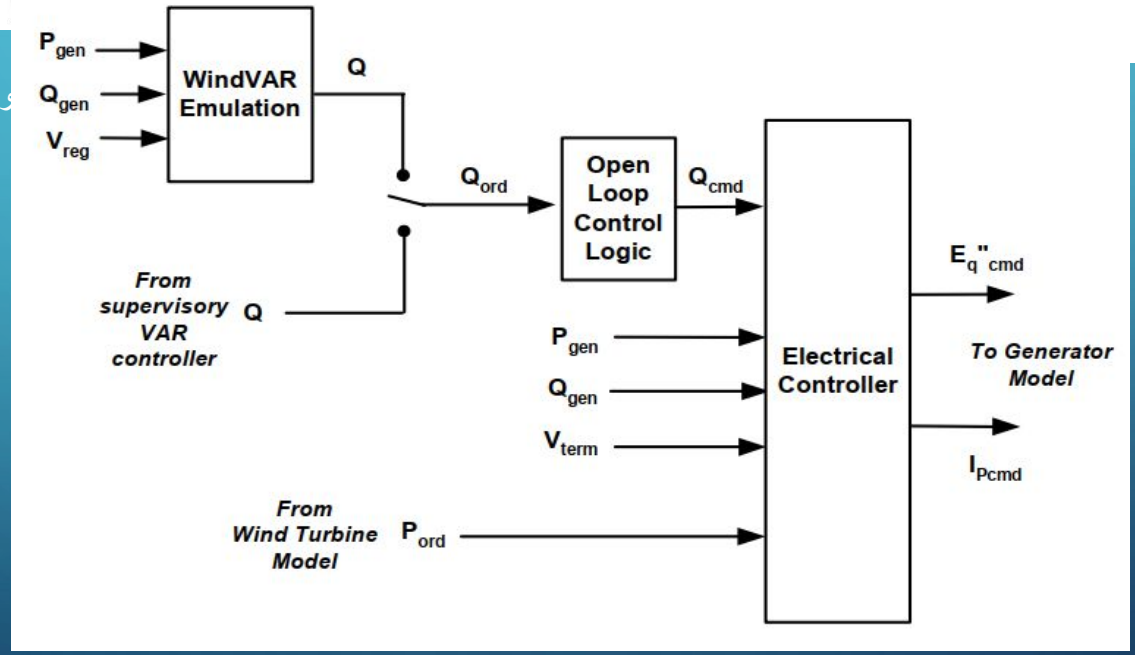


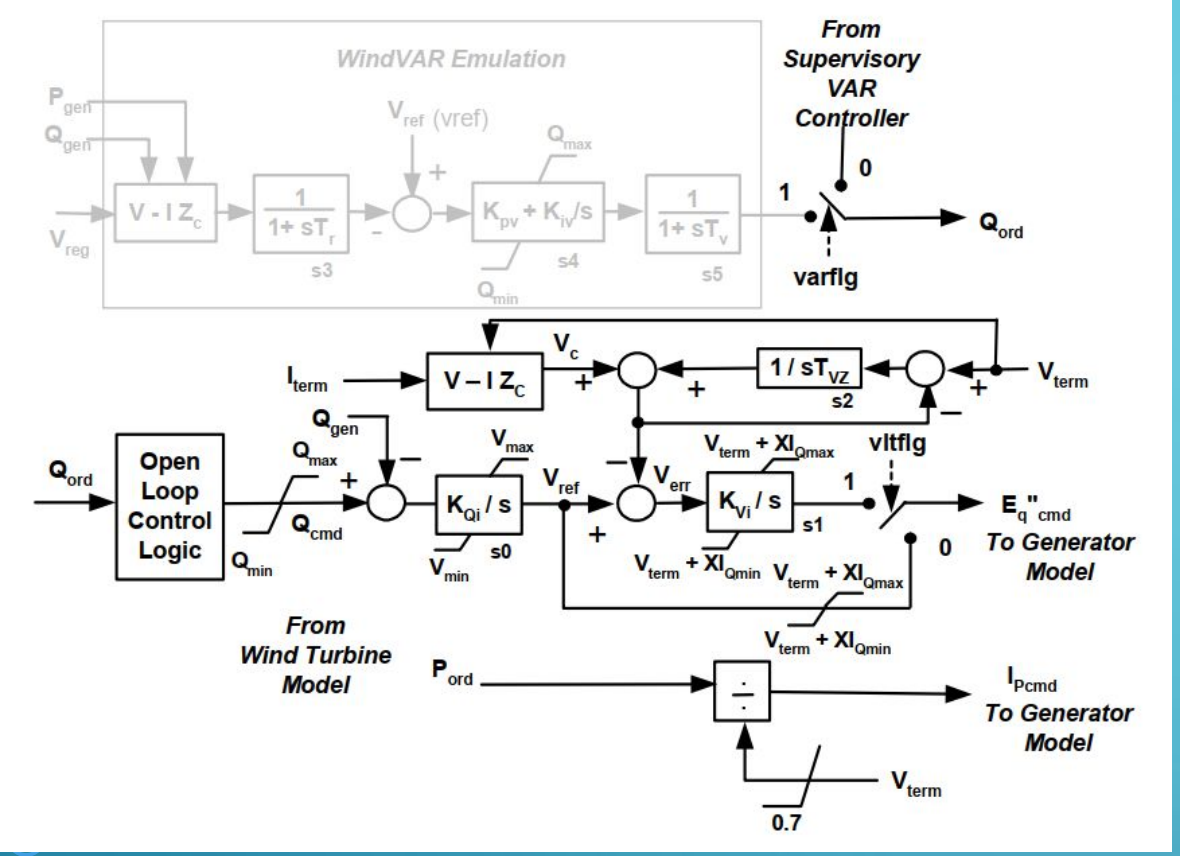
ارتباط بین سیستم‌های مختلف کنترلی در طرح پیشنهادی



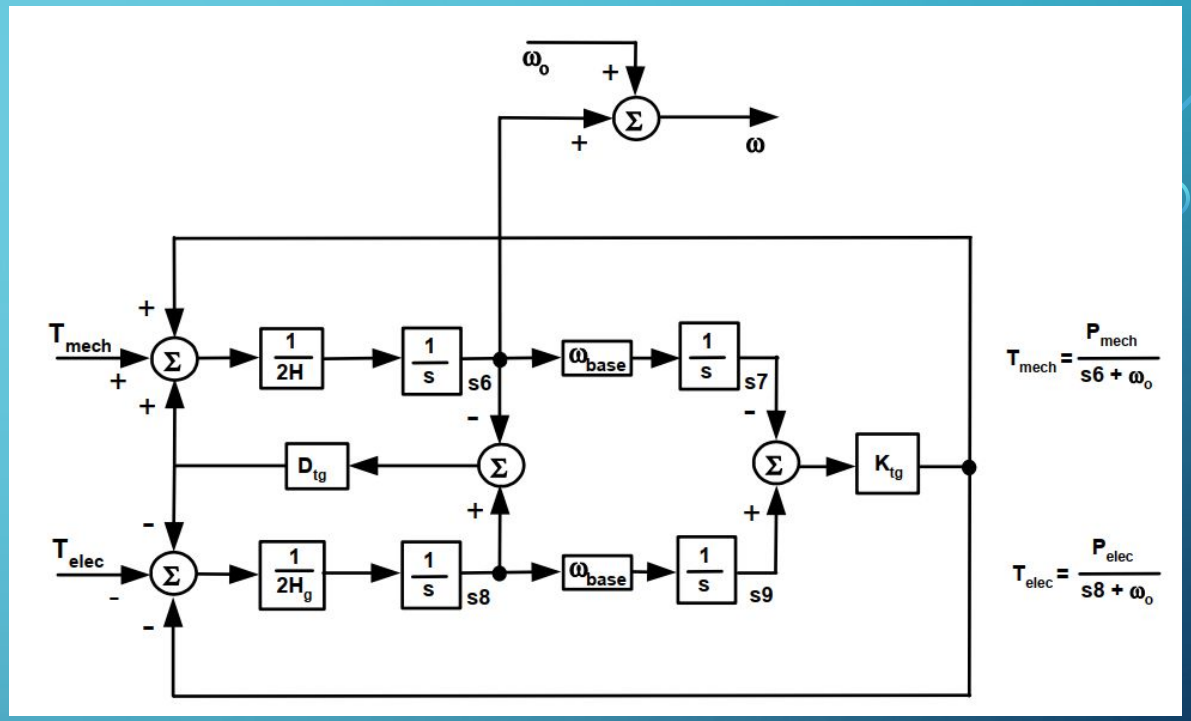
بلوک دیاگرام توربین بادی و سیستم کنترلی آن

بلوک دیاگرام بلوکی ارتباط بین WTG با باس مشترک ریزشبکه

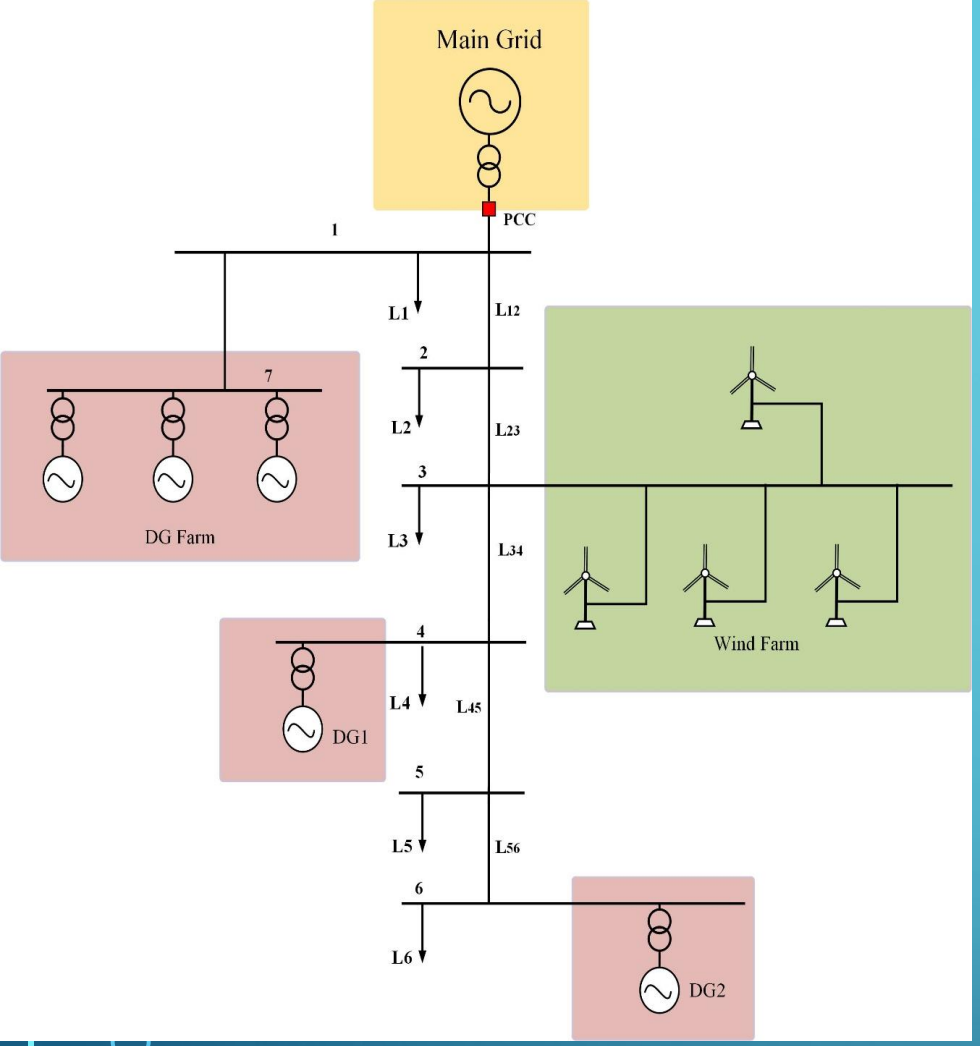




بلوک دیاگرام سیستم کنترل الکتریکی DFIG

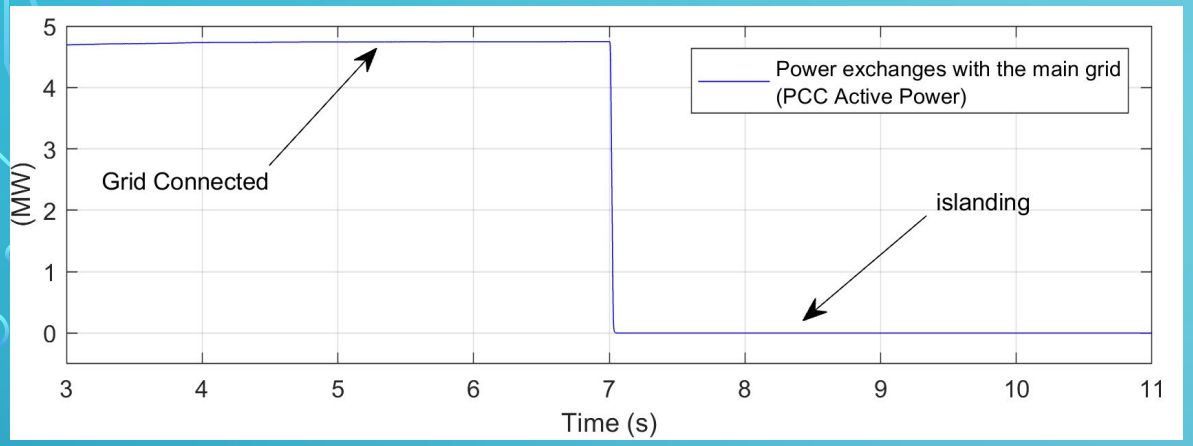


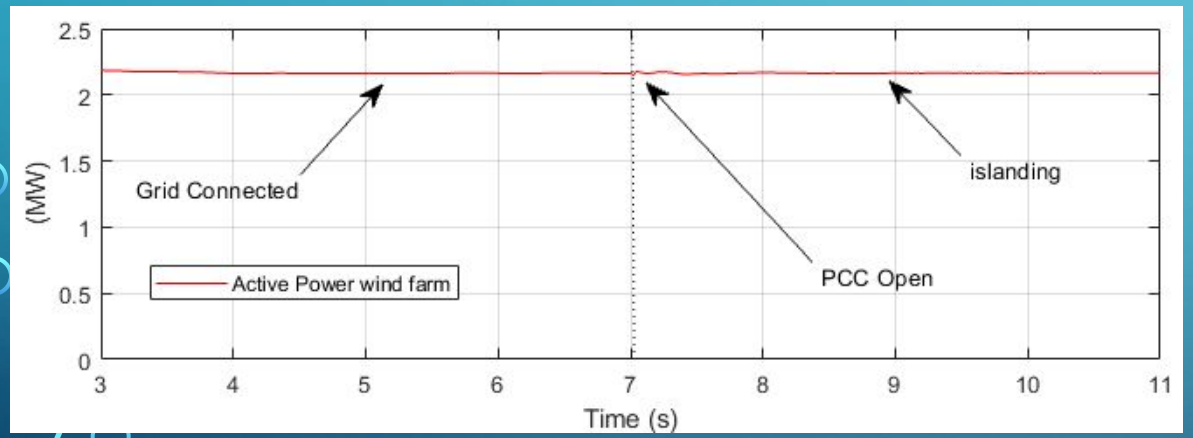
مدل دینامیکی روتور

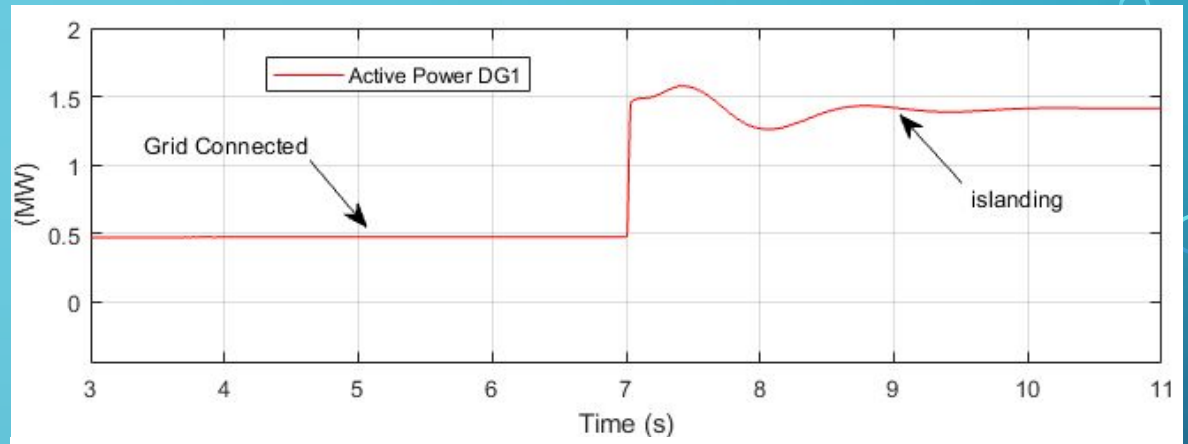


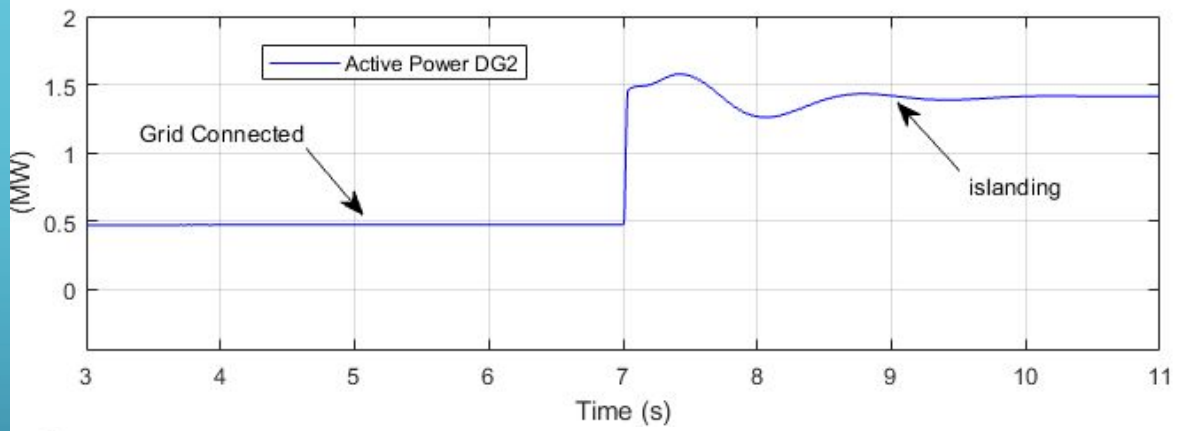
ه از نوع AC با ولتاژ 20kV و فرکانس HZ 50 است و از طریق یک ترانسفورماتور
به شبکه بالادست متصل شده است. مطابق شکل، 6 منبع تولید پراکنده که شامل 5 توربین
مزرعه بادی هستند، وظیفه تولید در این ریزشبکه را بر عهده دارند. منابع تولید مبتنی بر
مجهز به سیستم کنترل تحریک و گاورنر هستند و ظرفیت هر کدام از آنها 2MW است.
مجهز به چهار توربین بادی از نوع DFIG است که ظرفیت کل این مزرعه 2MW است.

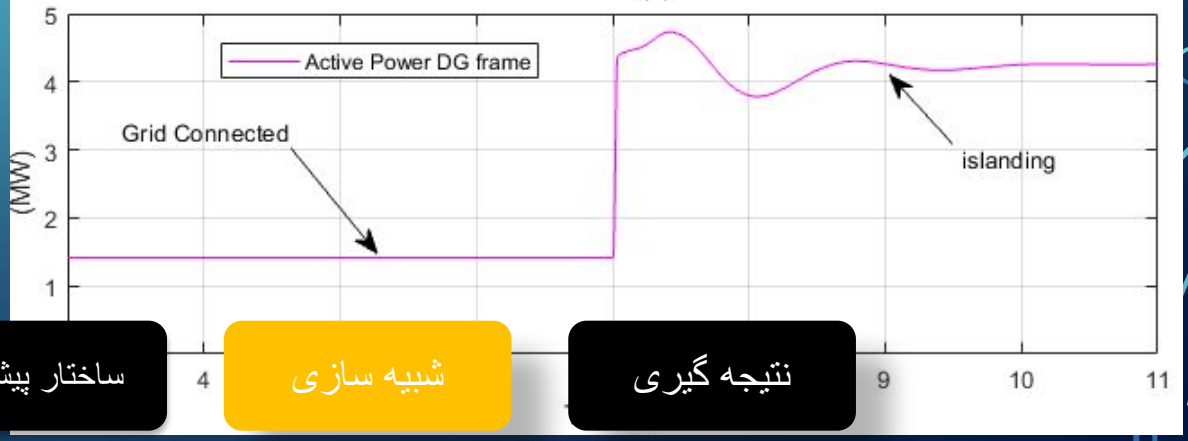
1. تست اول این تست با هدف بررسی رفتار ریزشبکه در زمان اغتشاش شدید تغییر حالت از اتصال به جزیره ای طراحی شده است.

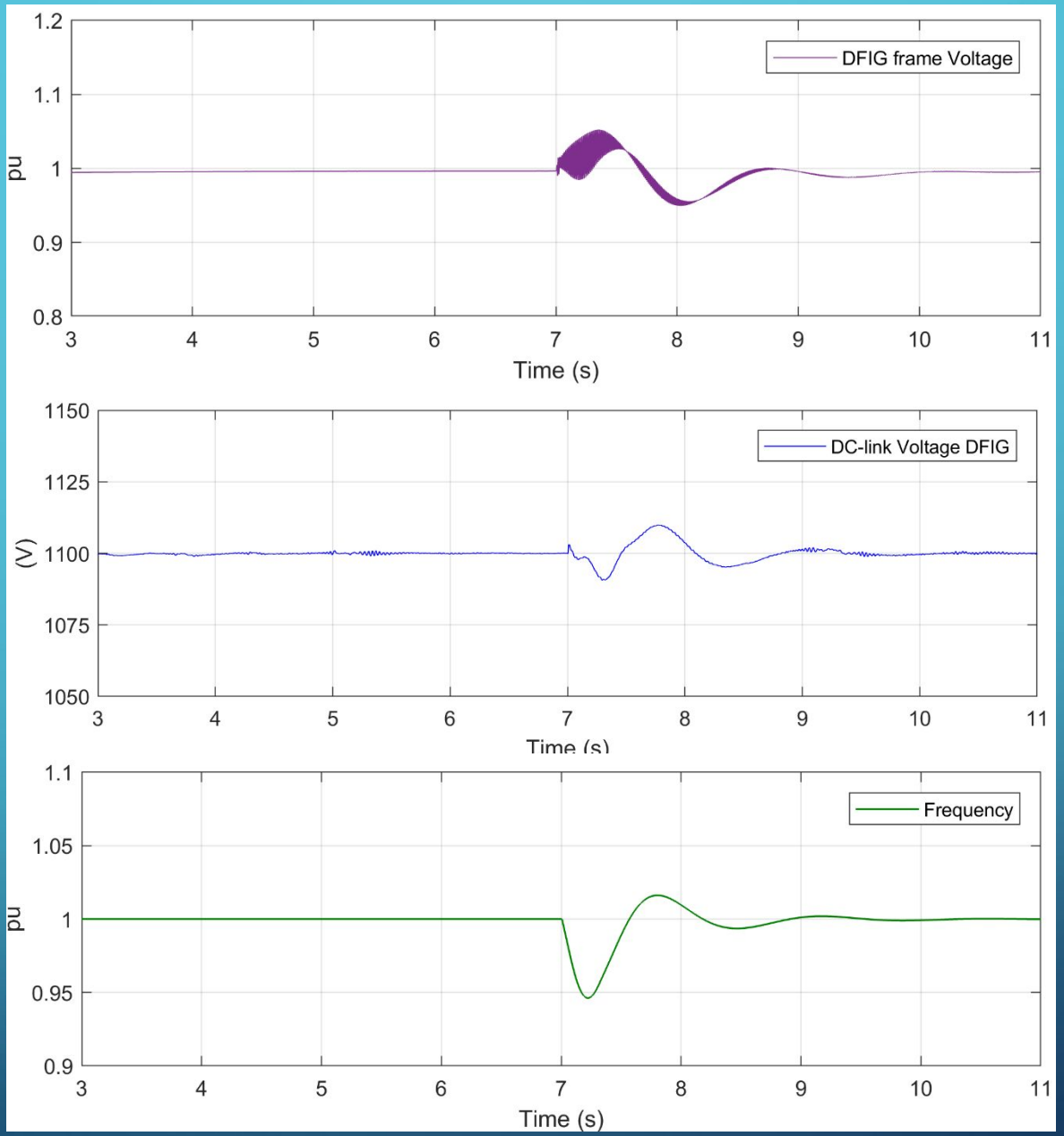




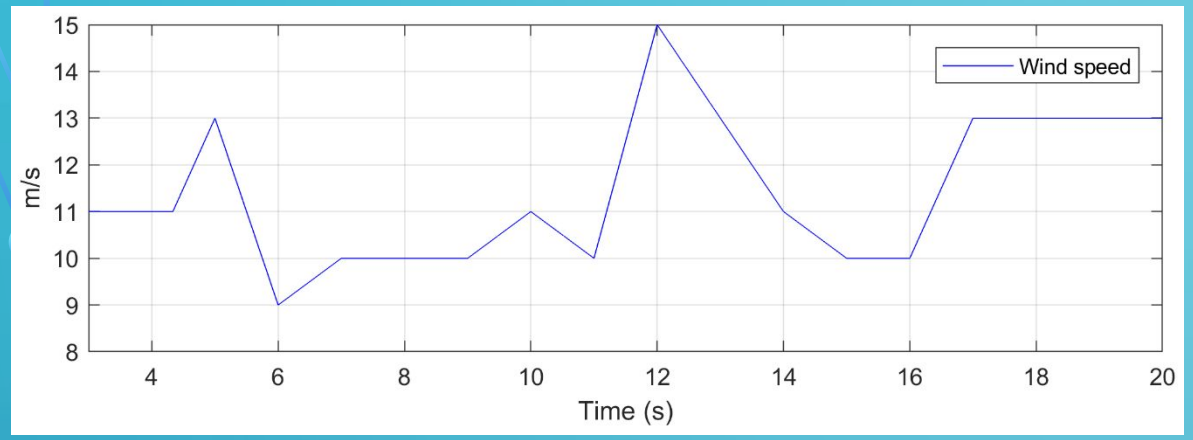


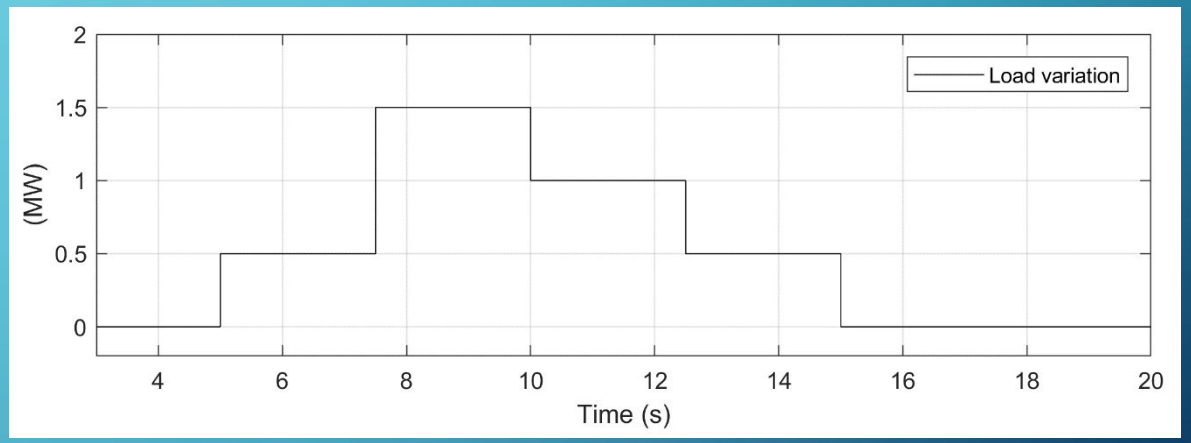


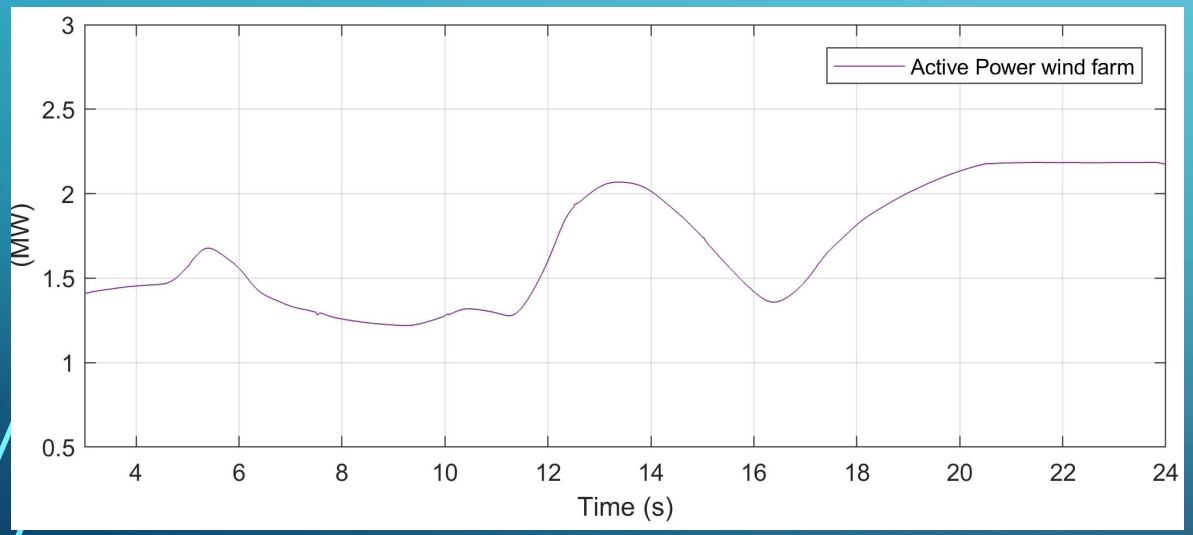


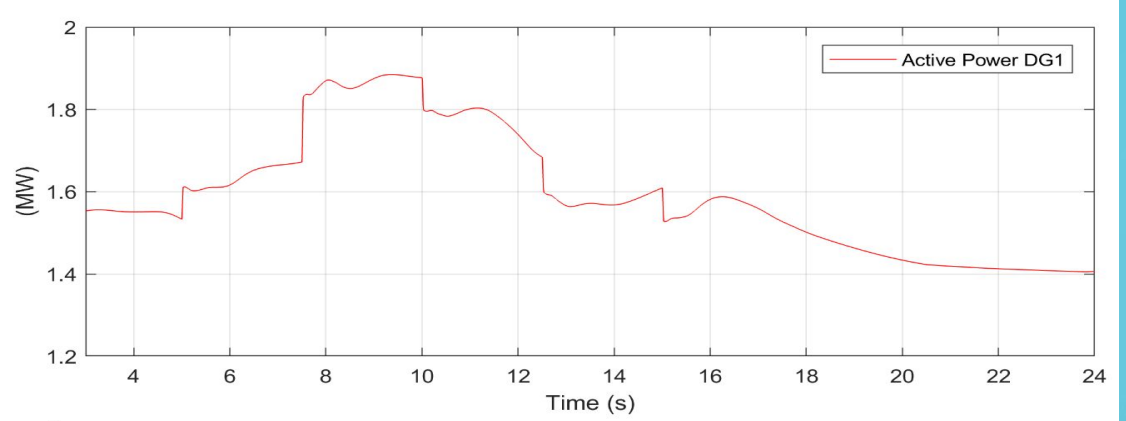

DFIG frame Voltage
pu
Time (s)
DC-link Voltage DFIG
(V)
Time (s)
Frequency
pu
Time (s)

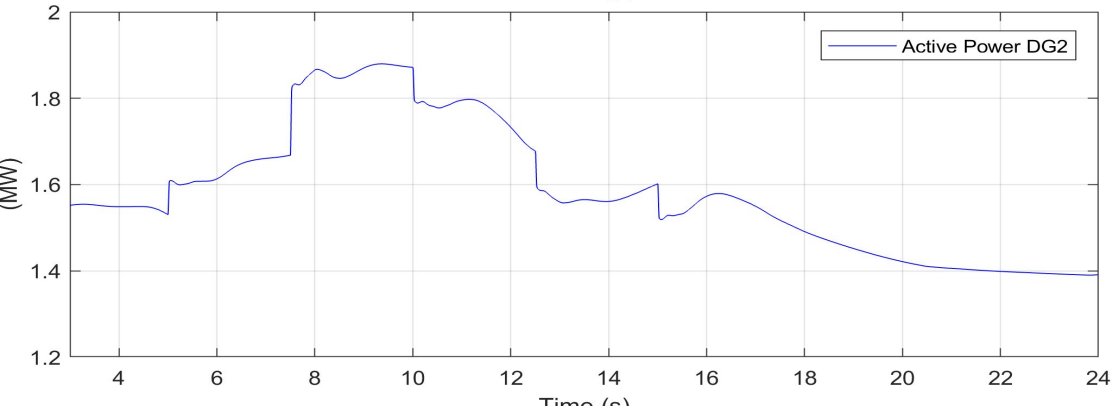
1. تست دوم در این تست، رفتار ریزشبکه و DFIG در زمان تغییرات توان خروجی مزرعه بادی در کنار تغییرات بار مصرفی، در حالت جزیره‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد.

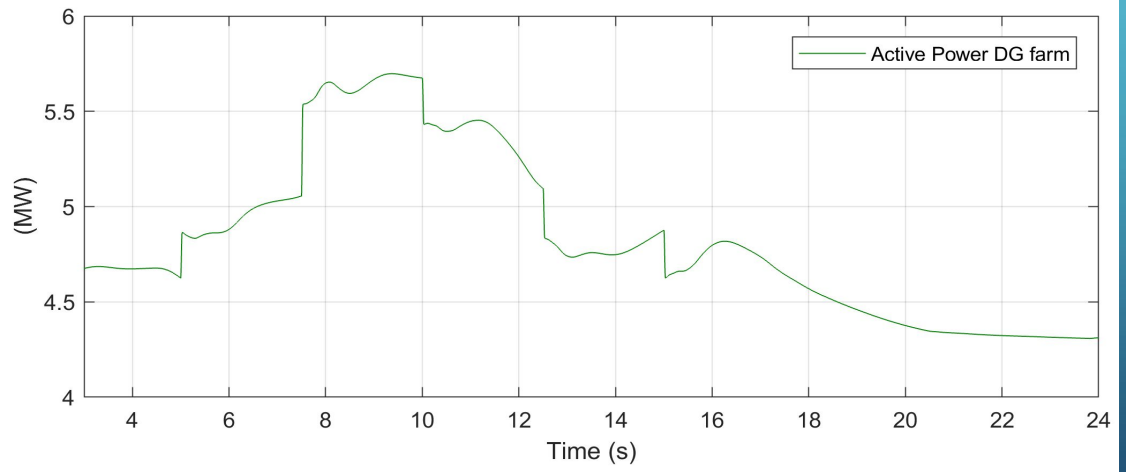


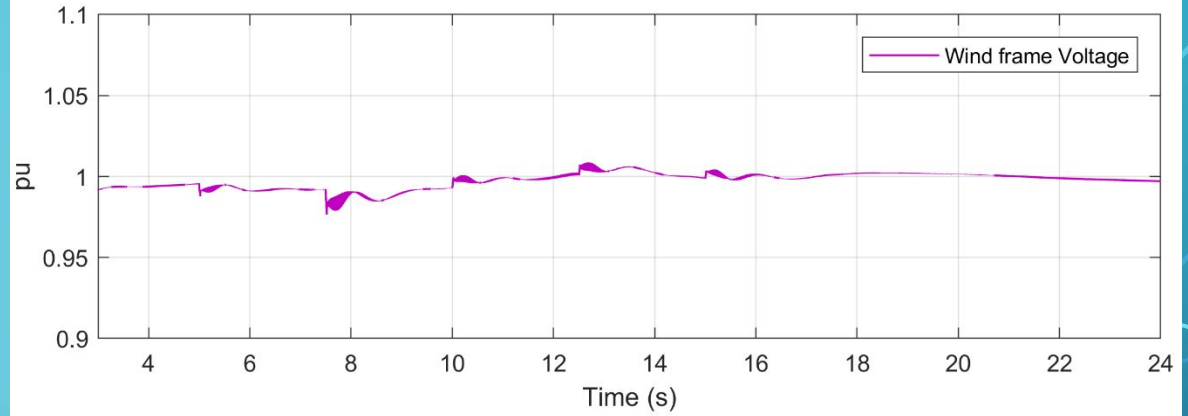


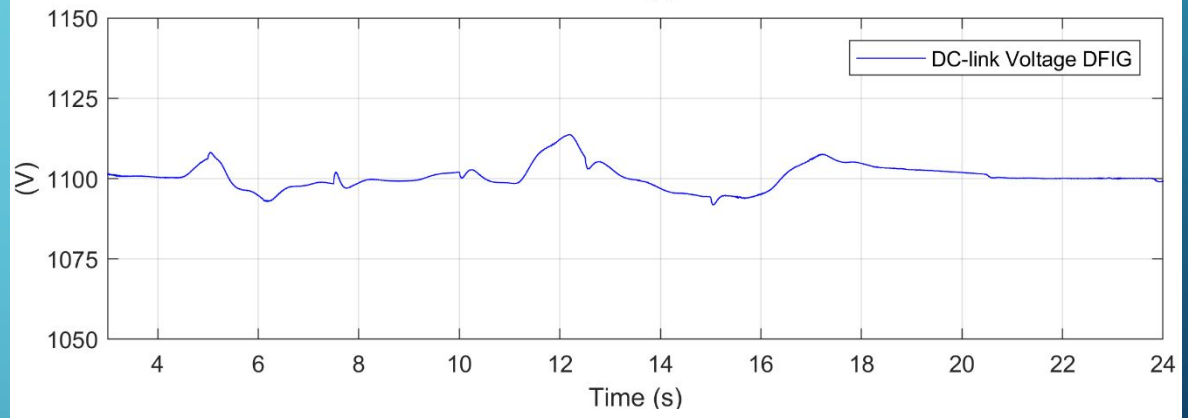


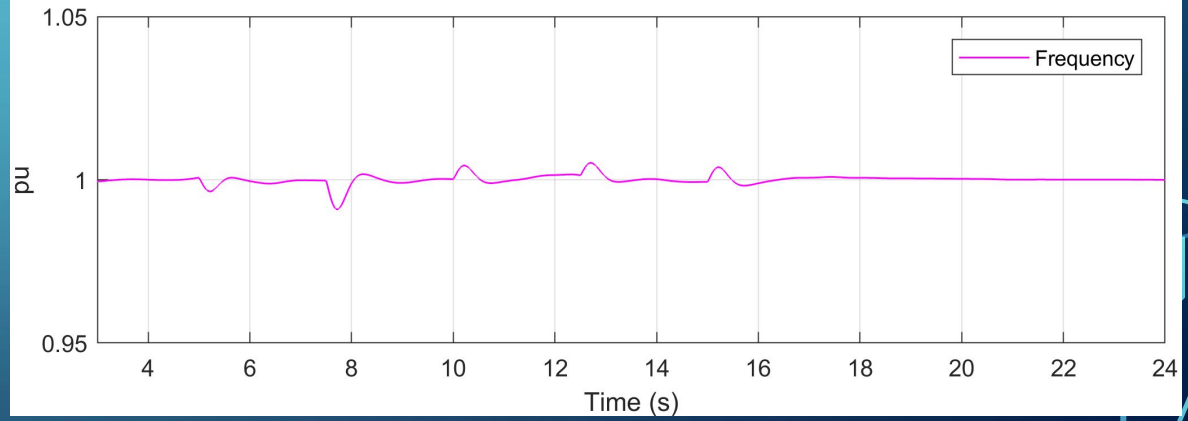

Active Power DG1
(MW)
Time (s)


Active Power DG2
(MW)
Time (s)


Active Power DG farm
(MW)
Time (s)

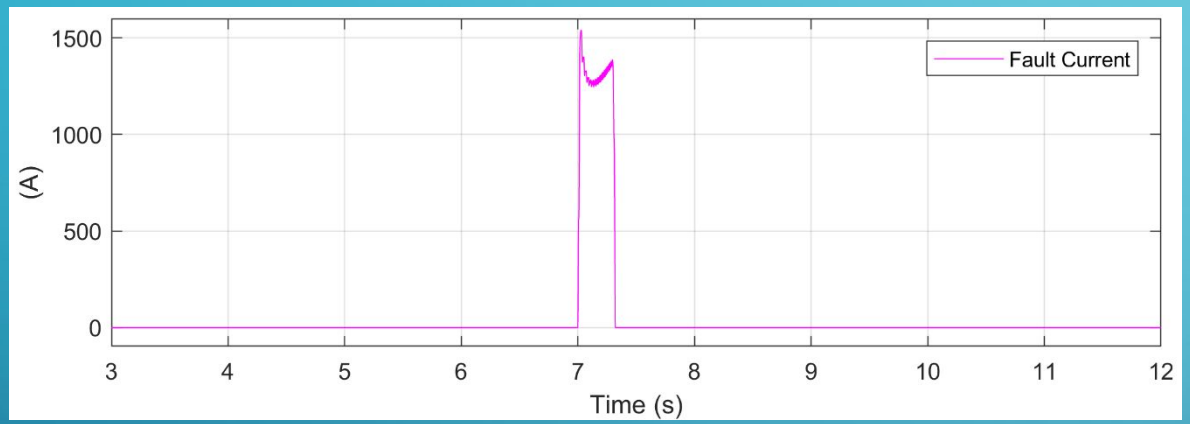

Wind frame Voltage
pu
Time (s)

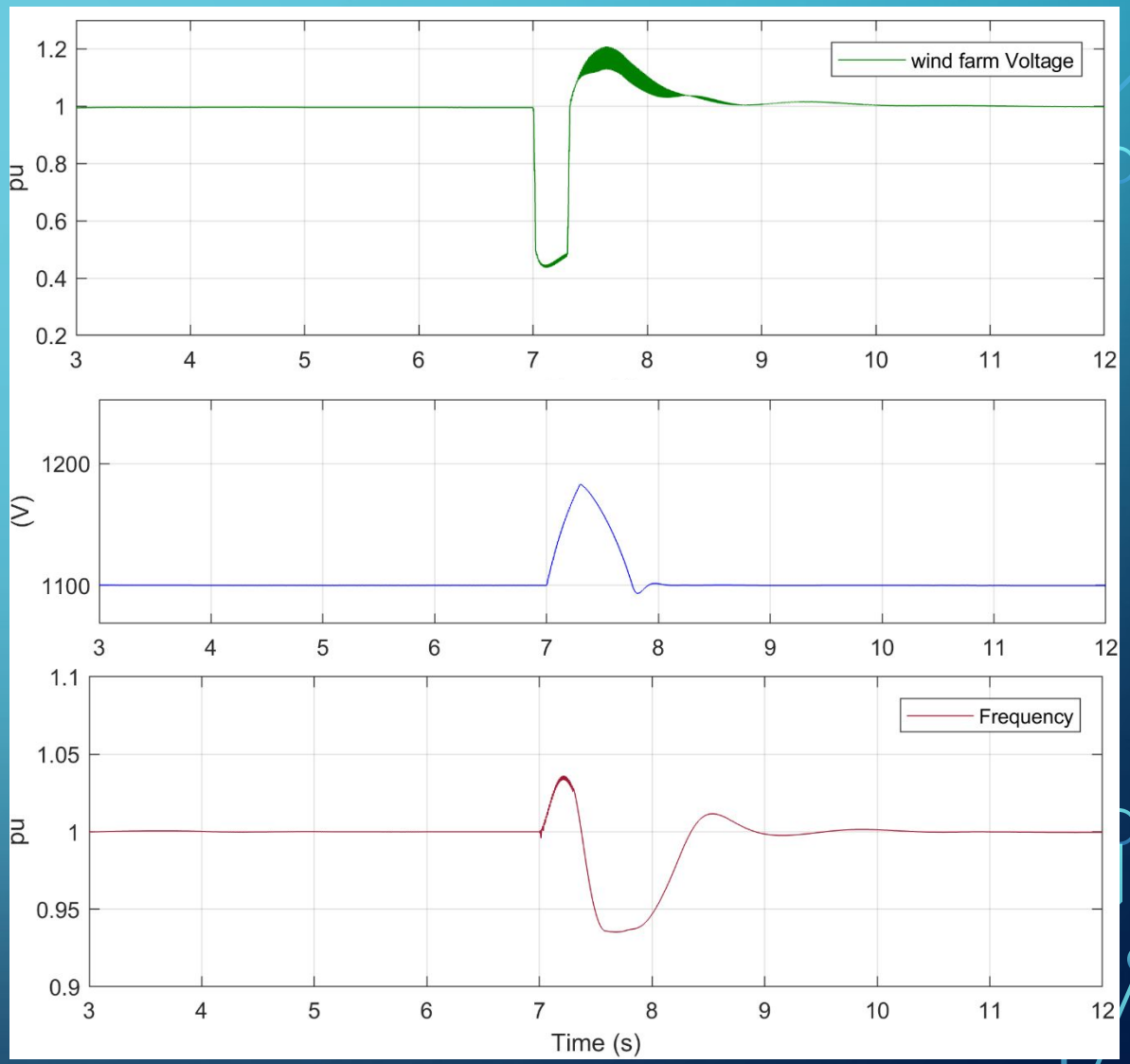

DC-link Voltage DFIG
(V)
Time (s)


Frequency
pu
Time (s)

1. تست سوم

در این تست رفتار ریزشبکه در زمان وقوع خطای شدید سه فاز در حالت جزیره ای مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در ثانیه t=7 s در خط L56 خطای سه فاز به زمین رخ می‌دهد.





- در این پژوهش سیستم کنترلی برای تولیدات پراکنده DFIG معرفی و مورد ارزیابی قرار گرفت.

- مطابق نتایج این سیستم کنترلی قادر است در هر سه حالت جزیره‌ای، اتصال و گذار بین این دو حالت، حالت سنکرون DFIG را با ریزشبکه حفظ کند و امکان تولید بدون وقفه و پایدار را برای آن فراهم کند.

- علاوه بر این، ساختار پیشنهادی در زمان نوسانات شدید تولید و مصرف به دلیل تغییرات شرایط آب و هوایی و نوسانات توان خروجی DFIG در کنار تغییرات بار مصرفی، به خوبی با به اشتراک گذاری توان مصرفی بین تولیدات پراکنده کنترل پذیر در هر لحظه تعادل بین تولید و مصرف را حفظ کرد و در نتیجه ولتاژ و فرکانس را در محدوده مقادیر نامی نگه داشت.

- علاوه بر این ساختار پیشنهادی قادر است در زمان اغتشاش شدید چون وقوع خطا در حالت جزیره ای در ریزشبکه، تا عملکرد سیستم حفاظتی ناپایداری تولیدات پراکنده جلوگیری کند. با توجه به نتایج، اثر [illegible]

موضوعات و مباحثی که در ادامه بیان می‌شود، در راستای کار این پژوهش، به‌عنوان زمینه‌های تحقیقاتی آینده ارائه‌شده است.

- طراحی سیستم کنترل سلسله مراتبی برای تولیدات پراکنده کنترل پذیر مبتنی بر اینورتر
- بهبود کیفیت توان با اضافه کردن ساختارهایی مانند SOGI به سیستم کنترل پیشنهادی
- هوشمند کردن کنترل کننده‌های PI با الگوریتم‌های تکاملی یا ساختارهای فازی
- طراحی سیستم کنترلی برای تولیدات پراکنده مبتنی بر انرژی خورشیدی