



حذف هارمونیک های شبکه قدرت ،افزایش power
quality و پایداری ولتاژ در شبکه های قدرت متصل به
نیروگاه های بادی

علی قره شهرک
دانشکده ی فنی

گروه برق
بهمن ۹۰

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته برق گرایش قدرت

استاد راهنما: آقای دکتر مرتضی فرسادی

تأییدیه هیأت داوران جلسه ی دفاع از پایان نامه

پایان نامه به تاریخ شماره مورد پذیرش هیات محترم داوران
 با رتبه و نمره قرار گرفت .

ردیف	سمت	نام و نام خانوادگی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱	استاد راهنما و رئیس هیات داوران	دکتر مرتضی فرسادی	دانشگاه ارومیه	
۲	داور داخلی	دکتر داریوش نظریور	دانشگاه ارومیه	
۳	داور خارجی	دکتر چنگیز قبادی	دانشگاه ارومیه	
۴	نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر رسول شعبانی	دانشگاه ارومیه	

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

خدای را بسی شاکرم که از سر لطف بیکرانش پدر و مادری فداکار نصیبم ساخته تا در سایه درخت پر بار وجودشان بیاسایم و از ریشه آنها شاخ و برگ گیرم و از سایه وجودشان در راه کسب علم و دانش تلاش نمایم. والدینی که بودنشان تاج افتخاری است بر سرم و نامشان دلیلی است بر بودنم چرا که این دو وجود پس از پروردگار مایه هستی ام بوده اند دستم را گرفتند و راه رفتن را در این وادی زندگی پر از فراز و نشیب آموختند.

آموزگارانی که برایم زندگی بودن و انسان بودن را معنا کردند

حال این برگ سبزی است تحفه درویش تقدیم آنان.....

از جناب آقای دکتر فرسادی که در طول این دوره همواره یار و یاورم بوده اند صمیمانه تشکر و قدر دانی می نمایم. همچنین لازم می دانم از سایر اساتید گروه برق بلاخص جناب آقای دکتر نظرپور و جناب آقای دکتر طوسی که همواره مرد لطف ایشان بوده ام نهایت سپاس را به جا آورم. باشد که روزی بتوانم اندک ذره ای از محبت های بی دریغ ایشان را پاسخ گو باشم.

چکیده:

تا چند دهه ی اخیر قسمت اعظم انرژی الکتریکی مورد نیاز صنایع در جهان از طریق سوزاندن سوخت های فسیلی در نیروگاه ها به دست می آمده است . از این رو روند شدید رو به کاهش منابع سوخت های فسیلی و نیز افزایش آلودگی هوا اکثر کشورها را به استفاده از انرژی های پاک سوق داده است . از اصلی ترین منابع انرژی های پاک ، انرژی حاصل از نور خورشید و انرژی حاصل از باد می باشد. در طی چند دهه ی اخیر، تکنولوژی مرتبط با سیستم های تبدیل انرژی خورشیدی و همچنین سیستم های تبدیل انرژی جنبشی باد به انرژی الکتریکی دچار تحول شگرفی شده است. به نحوی که هم اکنون راندمان سیستم های فتوولتائیک حدود ۲۰ درصد می باشد. همچنین امروزه توربین های بادی عظیمی با توان نامی بیشتر از ۶ مگا وات طراحی و ساخت می گردند. برای استفاده از این توان عظیم تولیدی توسط توربین های بادی در شبکه های برق مشکلاتی وجود دارد ، که این مشکلات هنگام اتصال توربین بادی به شبکه به وجود می آید.

یکی از مسایل مهم در اتصال ژنراتور بادی به شبکه این است که کوچکترین اغتشاشی در شبکه موجب تغییر ولتاژ نقطه ی اتصال به شبکه (PCC) ، جریان گذرای زیاد و در نتیجه شتابگیری ژنراتور بادی به دلیل کمبود توان راکتیو و در ادامه قطع از شبکه می شود. جهت تامین توان راکتیو مورد نیاز برای ژنراتور بادی و حفاظت از آن و در نتیجه پایداری ولتاژ از ادوات Custom power استفاده شده است.

در این تحقیق معادلات حالت DVR و رفتار دینامیکی و گذرای آن با توجه به طراحی کنترل کننده های کلاسیک و فازی جهت بهبود کیفیت توان مورد مطالعه قرار گرفته است. در ادامه نحوه ی عملکرد و جبران DSTATCOM با توجه به روش کنترلی ارایه شده و همچنین نحوه ی ترکیب آن با DVR و تشکیل UPQC جهت تکمیل عملکرد هر دو جبران کننده بررسی شده است.

همچنین در این تحقیق بهبود عملکرد DVR و upqc با تامین توان مورد نیاز آن ها در لینک DC توسط انرژی خورشیدی مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه نیز این ادوات بهبود یافته (DVR و upqc) برای جبران توان راکتیو ژنراتور بادی و محافظت از آن در اغتشاشات ولتاژ شبکه مورد مطالعه قرار گرفته است. در انتهای این تحقیق نیز عملکرد IDVR با بهره گیری از انرژی خورشیدی بهبود یافته است.

کلمات کلیدی: انرژی خورشیدی ، توربین بادی ، کیفیت توان ، پایداری ولتاژ ، DVR ، DSTATCOM ، IDVR ، UPQC

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل ۱ :

مقدمه

فصل ۲ : انرژی های تجدید پذیر

۵	۱-۲ مقدمه
۵	۲-۲ منابع انرژی های تجدید پذیر
۶	۱-۲-۲ انرژی آب
۸	۲-۲-۲ انرژی باد
۸	۱-۲-۲-۲ انرژی باد و تاریخچه آن
۸	۲-۲-۲-۲ سهم انرژی باد از تولید انرژی الکتریکی
۹	۳-۲-۲-۲ انواع توربین بادی
۹	۱-۳-۲-۲-۲ توربین های بادی محور عمودی (VAWT)
۱۰	۲-۳-۲-۲-۲ توربین بادی محور افقی (HAWT)
۱۲	۴-۲-۲-۲ ساختار داخلی و اجزای توربین بادی
۱۳	۵-۲-۲-۲ چگونگی تبدیل انرژی باد
۱۵	۶-۲-۲-۲ انواع ژنراتورها و توربین های بادی
۱۶	۱-۶-۲-۲-۲ توربین بادی سرعت ثابت با ژنراتور القایی
۱۶	۲-۶-۲-۲-۲ توربین بادی سرعت متغییر با ژنراتور القایی از دو سو تغذیه شونده (DFIG)
۱۷	۳-۶-۲-۲-۲ توربین بادی سرعت متغییر با مقاومت متغییر رتور
۱۸	۴-۶-۲-۲-۲ توربین بادی سرعت متغییر با مبدل کامل (FCWT)
۱۸	۷-۲-۲-۲ آینده انرژی باد
۱۹	۳-۲-۲ انرژی خورشید
۱۹	۱-۳-۲-۲ تاریخچه
۲۰	۲-۳-۲-۲ کاربردهای انرژی خورشید
۲۰	۳-۳-۲-۲ کاربردهای نیروگاهی انرژی خورشیدی
۲۰	۱-۳-۳-۲-۲ نیروگاه های حرارتی خورشیدی از نوع سهموی خطی
۲۱	۲-۳-۳-۲-۲ نیروگاه های حرارتی از نوع دریافت کننده مرکزی

۲۲	.....۳-۳-۲-۲ نیروگاه های حرارتی از نوع بشقابی
۲۲	.....۴-۳-۲-۲ مزایای نیروگاه های خورشیدی
۲۲	.....۵-۳-۲-۲ سیستم های فتو ولتاییک
۲۴	.....۴-۲-۲ انرژی زمین گرمایی
۲۶	.....۵-۲-۲ انرژی زیست توده یا بیومس (BIOMAS)
۲۷	.....۶-۲-۲ انرژی امواج
۲۸	.....۳-۲ سهم منابع مختلف از تولید برق
۲۸	.....۴-۲ آینده انرژی های تجدید پذیر

فصل ۳ بررسی پایداری ولتاژ و کیفیت توان در سیستم قدرت

۳۱	.....۱-۳ مقدمه
۳۱	.....۲-۳ پایداری ولتاژ
۳۳	.....۳-۳ کیفیت توان در سیستم های قدرت
۳۴	.....۱-۳-۳ مسائل کیفیت توان - ولتاژ
۳۴	.....۲-۳-۳ مسائل کیفیت توان - جریان
۳۵	.....۴-۳ روش های جبران مشکلات کیفیت توان

فصل ۴ DVR و عملکرد آن

۳۹	.....۱-۴ مقدمه
۳۹	.....۲-۴ ساختار DVR
۴۰	.....۱-۲-۴ اینورتر منبع ولتاژ
۴۰	.....۲-۲-۴ ترانس تزریق ولتاژ
۴۱	.....۳-۲-۴ فیلتر پسیو
۴۱	.....۴-۲-۴ کلید بای پس
۴۱	.....۵-۲-۴ منبع ذخیره انرژی
۴۲	.....۳-۴ مدهای کاری DVR
۴۲	.....۱-۳-۴ مد کاری در حالت پایدار شبکه
۴۲	.....۲-۳-۴ مد کاری در شرایط کاهش و افزایش دامنه ولتاژ
۴۲	.....۳-۳-۴ مد کاری در شرایط بروز خطا یا اتصال کوتاه
۴۲	.....۴-۴ مدل دینامیکی DVR
۴۶	.....۵-۴ روش های جبران در استراتژی کنترل DVR

۴۶	.....	۱-۵-۴	روش جبران در کاهش ولتاژ
۴۷	.....	۲-۵-۴	روش جبران در فاز
۴۸	.....	۳-۵-۴	روش بهینه سازی انرژی
۴۸	.....	۶-۴	هدف از کنترل DVR
۴۹	.....	۷-۴	طراحی کنترل کننده برای DVR
۴۹	.....	۱-۷-۴	کنترل ولتاژ بار
۵۱	.....	۲-۷-۴	کنترل کننده ولتاژ و فاز و حذف حالت گذرا
۵۳	.....	۳-۷-۴	مروری بر کنترل کننده ی فازی
۵۴	.....	۴-۷-۴	DVR بر اساس کنترل کننده ی فازی
۵۷	.....	۸-۴	کاربرد DVR در مدار
۵۷	.....	۱-۸-۴	جبران کاهش و یا افزایش دامنه ولتاژ توسط DVR
۵۹	.....	۲-۸-۴	جبران خطای اتصال کوتاه در سمت بار توسط DVR
۶۲	.....	۳-۸-۴	تأمین پایداری ولتاژ خط متوسط توسط DVR

فصل ۵ UPQC

۶۵	.....	۱-۵	مقدمه
۶۵	.....	۲-۵	ساختار کلی DSTATCOM
۶۶	.....	۳-۵	عملکرد DSTATCOM
۶۸	.....	۴-۵	روش کنترلی DSTATCOM
۷۱	.....	۵-۵	نحوه ی تشکیل UPQC از DVR و DSTATCOM
۷۲	.....	۶-۵	عملکرد UPQC
۷۴	.....	۷-۵	کنترل UPQC
۷۴	.....	۸-۵	نتایج شبیه سازی

فصل ۶: بهبود عملکرد DVR و UPQC با انرژی خورشیدی و بهبود عملکرد توربین بادی

۸۰	.....	۱-۶	مقدمه
۸۰	.....	۲-۶	سیستم فتوولتائیک و مبدل DC/DC
۸۳	.....	۳-۶	بهبود عملکرد DVR با تأمین انرژی لینک DC آن توسط PV
۸۶	.....	۴-۶	بهبود عملکرد توربین های بادی و پایداری ولتاژ آنها توسط DVR
۸۸	.....	۵-۶	تأمین لینک DC ی UPQC توسط PV
۹۳	.....	۶-۶	بهبود و عملکرد توربین بادی و تأمین پایداری آن توسط UPQC

فصل ۷: بهبود عملکرد IDVR

۹۷	..... ۱-۷ - مقدمه
۹۷	..... ۲-۷ - نحوه ی تشکیل IDVR
۹۷	..... ۳-۷ سیستم IDVR مورد مطالعه و عملکرد آن
۹۸	..... ۴-۷ نتایج شبیه سازی

فصل ۸ : نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۰۲	..... ۱-۸ نتیجه گیری
۱۰۳	..... ۲-۸ پیشنهادات
۱۰۴	..... لیست مقالات
۱۰۵	..... فهرست مراجع
۱۰۹	..... پیوست ها

فهرست اشکال

۶.....	شکل (۱-۲) نحوه ی تولید برق در سد.....
۶.....	شکل (۲-۲) نمای کلی یک ژنراتور آب
۱۰.....	شکل (۳-۲) توربین بادی محور عمودی.....
۱۱.....	شکل (۴-۲) توربین های بادی محور افقی.....
۱۲.....	شکل (۵-۲) اجزای تشکیل دهنده ی توربین بادی.....
۱۵.....	شکل (۶-۲) مشخصه ی $(C-\lambda, \theta)$ توربین بادی.....
۱۶.....	شکل (۷-۲) توربین بادی سرعت ثابت با ژنراتور القایی.....
۱۷.....	شکل (۸-۲) توربین بادی با ساختار ژنراتور القایی از دو سو تغذیه شونده (DFIG).....
۱۸.....	شکل (۹-۲) توربین بادی سرعت متغیر با مقاومت متغیر رتور.....
۱۸.....	شکل (۱۰-۲) توربین بادی سرعت متغیر با مبدل کامل (FCWT).....
۲۱.....	شکل (۱۱-۲) نمونه ی نیروگاه حرارتی خورشیدی از نوع سهموی خطی
۲۱.....	شکل (۱۲-۲) نمونه ی نیروگاه حرارتی از نوع دریافت کننده مرکزی
۲۲.....	شکل (۱۳-۲) نمونه ی نیروگاه حرارتی از نوع بشقابی
۲۳.....	شکل (۱۴-۲) نحوه ی تولید برق در سیستم فتوولتائیک
۲۴.....	شکل (۱۵-۲) حرارت لایه های مختلف زمین ،نحوه ی انتقال حرارت به لایه های بالایی زمین.....
۲۵.....	شکل (۱۶-۲) نمونه ی نیروگاه فلش
۲۵.....	شکل (۱۷-۲) نمونه ی نیروگاه بخار خشک
۲۵.....	شکل (۱۸-۲) نمونه ی نیروگاه باینری
۲۶.....	شکل (۱۹-۲) نمونه ی نیروگاه ترکیبی فلش باینری
۲۶.....	شکل (۲۰-۲) تولید برق در سیکل ترکیبی بخار با بیوگاز
۲۷.....	شکل (۲۱-۲) نمونه ی نیروگاه جزرومدی
۲۸.....	شکل (۲۲-۲) سهم منابع مختلف از تولید برق
۲۹.....	شکل (۲۳-۲) سرمایه گذاری های صورت گرفته روی انرژی های تجدید پذیر
۳۱.....	شکل (۱-۳) طبقه بندی پایداری در سیستم قدرت
۳۲.....	شکل (۲-۳) الف) نمودار رابطه ی P و V و ب) نمودار رابطه ی Q, V
۳۶.....	شکل (۳-۳) نمای کلی DSTATCOM
۳۶.....	شکل (۴-۳) نمای کلی DVR
۳۷.....	شکل (۵-۳) نمای کلی UPQC
۴۰.....	شکل (۱-۴) اجزاء تشکیل دهنده ی مهم DVR
۴۳.....	شکل (۲-۴) جبران DVR در خط توزیع
۴۳.....	شکل (۳-۴) مدار معادل تک فاز سیستم توزیع جبران شده با DVR
۴۶.....	شکل (۴-۴) بلوک دیاگرام فضای حالت DVR الف) در محور d و ب) در محور q
۴۷.....	شکل (۵-۴) گویای روش جبران per-sag
۴۷.....	شکل (۶-۴) روش جبران در فاز را نشان می دهد

- شکل (۷-۴) روش جبران بهینه سازی انرژی ۴۸
- شکل (۸-۴) نمای کلی یک DVR ۴۹
- شکل (۹-۴) بلوک دیاگرام کنترل ولتاژ بار در DVR ۵۰
- شکل (۱۰-۴) وقوع افت ولتاژ در سیستم (۲) وجود حالت گذرا در جبران ولتاژ و (۳) جریان را نشان می دهد ۵۱
- شکل (۱۱-۴) بلوک دیاگرام سیستم کنترلی دو حلقه ای ۵۲
- شکل (۱۲-۴) نحوه ی جبران با سیستم کنترلی دو حلقه ای را نشان می دهد ۵۳
- شکل (۱۳-۴) ساختار کلی کنترل کننده ی فازی ۵۴
- شکل (۱۴-۴) ساختار کنترل کننده فازی ۵۵
- شکل (۱۵-۴) تابع عضویت مثلثی الف، ب) برای ورودی ها (خطا و تغییرات خطا)، ج) خروجی سیستم فازی ۵۶
- شکل (۱۶-۴) بلوک دیاگرام سیستم کنترلی شامل کنترل کننده ی فازی ۵۶
- شکل (۱۷-۴) نمودار افت ولتاژ و جبران آن توسط DVR با استفاده از کنترل کننده ی فازی ۵۷
- شکل (۱۸-۴) ولتاژ sag ، تزریق ولتاژ توسط DVR ، جبران ولتاژ Sag توسط DVR ۵۸
- شکل (۱۹-۴) ولتاژ swell ، تزریق ولتاژ توسط DVR ، جبران ولتاژ swell توسط DVR ۵۹
- شکل (۲۰-۴) سیستم متصل شده به DVR با خطای اتصال کوتاه در سمت بار ۵۹
- شکل (۲۱-۴) افت ولتاژ ناشی از خطای اتصال کوتاه ، جریان اتصال کوتاه ۶۰
- شکل (۲۲-۴) جبران مدار توسط DVR بعد از بروز خطای اتصال کوتاه ۶۱
- شکل (۲۳-۴) افت ولتاژ ناشی از خطای اتصال کوتاه تک فاز ، جریان اتصال کوتاه تک فاز ۶۱
- شکل (۲۴-۴) جبران مدار توسط DVR بعد از بروز خطای اتصال کوتاه تک فاز ۶۲
- شکل (۲۵-۴) جبران ولتاژ نامتعادل در خط ۲۵ kv توسط DVR ۶۲
- شکل (۲۶-۴) جبران ولتاژ sag در خط انتقال ۲۵ kv توسط DVR ۶۳
- شکل (۲۷-۴) جبران ولتاژ swell در خط انتقال ۲۵ kv توسط DVR ۶۳
- شکل (۱-۵) ساختار کلی DSTATCOM ۶۶
- شکل (۲-۵) نحوه ی قرار گیری DSTATCOM در مدار ۶۷
- شکل (۳-۵) بلوک دیاگرام کنترلی DSTATCOM ۶۹
- شکل (۴-۵) نوسانات جریان در PCC ، جریان تزریقی توسط DSTATCOM ، جریان جبران شده ی بار ۶۹
- شکل (۵-۵) خطای جریان اتصال کوتاه سه فاز ، جریان تزریقی توسط DSTATCOM ، جریان جبران شده ی بار ۷۰
- شکل (۶-۵) خطای جریان اتصال کوتاه تک فاز ، جریان تزریقی توسط DSTATCOM ، جریان جبران شده ی بار ۷۰
- شکل (۷-۵) اتصال DVR و DSTATCOM و تشکیل UPQC ۷۱
- شکل (۸-۵) مدار معادل ایده آل UPQC ۷۲
- شکل (۹-۵) وقوع ولتاژ sag ، تزریق ولتاژ به وسیله ی UPQC ، جبران آن توسط UPQC ۷۴
- شکل (۱۰-۵) وقوع ولتاژ swell ، تزریق ولتاژ به وسیله ی UPQC ، جبران آن توسط UPQC ۷۵
- شکل (۱۱-۵) وجود نامتعادلی ولتاژ در PCC و همچنین نحوه ی جبران آن به وسیله UPQC ۷۵
- شکل (۱۲-۵) نوسانات ولتاژ در PCC و جبران این نوسانات به وسیله ی UPQC ۷۵
- شکل (۱۳-۵) جبران کاهش جریان دربار زیاد در ترمینال بار به وسیله ی UPQC ۷۶
- شکل (۱۴-۵) جبران جریان زیاد در بار کم در ترمینال بار به وسیله ی UPQC ۷۶
- شکل (۱۵-۵) جبران هارمونیک جریان در ترمینال بار به وسیله ی UPQC ۷۷
- شکل (۱۶-۵) اتصال کوتاه سه فاز و نحوه ی جبران آن به وسیله ی UPQC ۷۷
- شکل (۱۷-۵) بروز اتصال کوتاه تک فاز و جبران خطای جریان ایجاد شده توسط UPQC ۷۸
- شکل (۱-۶) مبدل DC/DC چند ورودی - یک خروج (MISO) ۸۱
- شکل (۲-۶) بلوک دیاگرام کنترلی سویچ مبدل ها ۸۲

- شکل (۳-۶) ولتاژ تولیدی PV وولتاژ خروجی مبدل DC/DC ۸۳
- شکل (۴-۶) شکل کلی شبکه با سیستم PV ۸۳
- شکل (۵-۶) جبران ولتاژ sag توسط DVR هیبرید شده با سیستم PV ۸۴
- شکل (۶-۶) جبران ولتاژ swell توسط DVR هیبرید شده با سیستم PV ۸۴
- شکل (۷-۶) جبران ولتاژ نامتعادل توسط DVR هیبرید شده با سیستم PV ۸۵
- شکل (۸-۶) جبران نوسانات ولتاژ توسط DVR هیبرید شده با سیستم PV ۸۵
- شکل (۹-۶) سیستم کلی متصل به توربین بادی و جبران شده به وسیله ی DVR ۸۶
- شکل (۱۰-۶) جبران ولتاژ و تامین توان اکتیو و راکتیو مورد نیاز توربین بادی در وقفه ی ولتاژ شبکه ۸۷
- شکل (۱۱-۶) جبران ولتاژ و تامین توان اکتیو و راکتیو مورد نیاز توربین بادی در وقفه ی ولتاژ تک فاز شبکه ۸۷
- شکل (۱۲-۶) ترکیب UPQC با سیستم PV ۸۸
- شکل (۱۳-۶) جبران ولتاژ sag توسط UPQC هیبرید شده با سیستم PV ۸۹
- شکل (۱۴-۶) جبران ولتاژ swell توسط UPQC هیبرید شده با سیستم PV ۸۹
- شکل (۱۵-۶) جبران ولتاژ نامتعادل توسط UPQC هیبرید شده با سیستم PV ۹۰
- شکل (۱۶-۶) جبران کاهش جریان در بار زیاد در ترمینال بار به وسیله ی UPQC هیبرید شده با سیستم PV ۹۰
- شکل (۱۷-۶) جبران جریان زیاد در بار کم در ترمینال بار به وسیله ی UPQC هیبرید شده با سیستم PV ۹۱
- شکل (۱۸-۶) جبران هارمونیک جریان در ترمینال بار به وسیله ی UPQC هیبرید شده با سیستم PV ۹۱
- شکل (۱۹-۶) جبران جریان خطای اتصال کوتاه سه فاز به وسیله ی UPQC هیبرید شده با سیستم PV ۹۲
- شکل (۲۰-۶) جبران جریان خطای یک فاز توسط UPQC هیبرید شده با سیستم PV ۹۲
- شکل (۲۱-۶) سیستم کلی جبران شده توسط UPQC هیبرید شده با سیستم PV و متصل به توربین بادی ۹۳
- شکل (۲۲-۶) جبران ولتاژ و توان اکتیو و راکتیو توربین بادی هنگام وقوع ولتاژ sag به وسیله ی UPQC هیبرید شده با PV ۹۴
- شکل (۲۳-۶) جبران ولتاژ و توان اکتیو و راکتیو توربین بادی هنگام وقوع ولتاژ swell به وسیله ی UPQC هیبرید شده با PV ۹۴
- شکل (۲۴-۶) جبران ولتاژ و توان اکتیو و راکتیو توربین بادی هنگام وقوع افت ولتاژ یک فاز به وسیله ی UPQC هیبرید شده با PV ۹۵
- شکل (۲۵-۶) جبران ولتاژ و توان اکتیو و راکتیو توربین بادی هنگام وقوع وقفه ی ولتاژ به وسیله ی UPQC هیبرید شده با PV ۹۵
- شکل (۱-۷) نمای کلی IDVR متصل به سیستم فتوولتائیک (PV) ۹۸
- شکل (۲-۷) جبران ولتاژ sag در یک سیستم ۹۹
- شکل (۳-۷) جبران ولتاژ swell در یک سیستم ۹۹
- شکل (۴-۷) جبران ولتاژ swell در هر دو سیستم به صورت همزمان ۱۰۰
- شکل (۵-۷) جبران ولتاژ sag در هر دو سیستم به صورت همزمان ۱۰۰
- شکل (۶-۷) جبران ولتاژ sag در یک سیستم و ولتاژ swell در سیستم دیگر به صورت همزمان ۱۰۱

فهرست جداول

جدول (۱-۲) میزان تولید برق در کشورهای مختلف به وسیله ی هیدروالکتریسیته.....	۷
جدول (۲-۲) اطلاعات مربوط به نیروگاه های انرژی امواج.....	۲۷
جدول (۱-۴) شامل قوانین فازی است.....	۵۶
جدول (۲-۴) دلایل عمده ی بروز ولتاژ sag.....	۵۸

فصل ۱ :

مقدمه

در حال حاضر دنیا با دو بحران بزرگ در زمینه ی انرژی روبروست آلودگی محیط زیست در اثر احتراق سوخت های فسیلی و پایان پذیر بودن این سوخت ها. از این رو بحران شدید کاهش منابع سوخت های فسیلی و نیز افزایش آلودگی هوا اکثر کشورها را به استفاده از انرژی های پاک سوق داده است. [۱] منابع مختلفی جهت تأمین انرژی های پاک وجود دارد که در فصل ۲ به طور مفصل در مورد آنها صحبت شده است. مهمترین نوع از منابع انرژی های پاک عبارتند از: انرژی حاصله از آب و خورشید و باد. از اصلی ترین منابع انرژی های پاک که امروزه بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند انرژی حاصله از انرژی باد و انرژی خورشیدی است.

سیستم های فتوولتاییک^۱ همچنان سریع ترین روند رشد را در میان فناوری های تولید انرژی به خود اختصاص داده است و ظرفیت آنها با ۷۰ درصد رشد تا سال ۲۰۱۰ به ۱۹ گیگا بایت رسیده است. راندمان سلول های خورشیدی در سال ۲۰۱۰ حدود ۲۰ درصد می باشد و توان آن در تابش مستقیم آفتاب به ازای هر متر مربع حدود ۲۰۰ وات است [۲]. در مورد انرژی خورشیدی و نحوه ی کاربرد آن در فصل دوم به طور مفصل بحث شده است.

در طی چند دهه ی اخیر تکنولوژی مرتبط با سیستم های تبدیل انرژی جنبشی باد به انرژی الکتریکی دچار تحول شگرفی شده است. به نحوی که هم اکنون توربین های بادی عظیم با توان نامی زیاد طراحی و ساخت می گردند [۳]. آن گونه برآورد می شود که تا پایان سال ۲۰۲۰ حدود ۱۲ درصد از کل انرژی مورد نیاز جهان از انرژی باد تأمین خواهد شد [۴]. فصل ۲ این پایان نامه مطالب کاملی در مورد انرژی بادی ارائه می نماید. دور بودن تأسیسات انرژی بادی از خطوط انتقال فشار قوی^۲ (HV) موجب شده است که توان تولیدی توربین های بادی بیشتر به خطوط انتقال محلی یا خطوط انتقال ولتاژ متوسط متصل شوند. برای بهره برداری مناسب و با صرفه از مزارع بادی باید نیروگاه ها از شبکه ایزوله باشند و یا در نقطه ی اتصال به شبکه توسط جبران کننده های مناسب جبران شوند. مهم ترین مشکل مزارع بادی در محل اتصال به شبکه اختلالات ولتاژ می باشد. که ممکن است از طرف شبکه به صورت کاهش ولتاژ، افزایش ولتاژ و یا قطعی ولتاژ باشد و یا اینکه از طرف توربین بادی به علت مصرف توان راکتیو زیاد شبکه باشد که منجر به افت ولتاژ شبکه در محل اتصال می باشد [۵].

پایداری ولتاژ از مهم ترین المان های شبکه قدرت می باشد. بنابراین باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد. امروزه کاربرد ادوات الکترونیک قدرت و ابزارهای حساس و حیاتی که در مراکز صنعتی و بیمارستان ها بسیار زیاد شده است. اختلال در هر کدام می تواند ضررهای مادی و جانی جبران ناپذیری وارد کند. کلیه ادوات الکترونیک قدرت و همه ی سیستم های ذکر شده حساس به تغییرات ولتاژ هستند، بنابراین اختلالات ولتاژ آسیب های جدی به این ادوات خواهد رساند. در فصل ۳ این پایان نامه به طور مفصل در مورد انواع ناپایداری های ولتاژ و دسته بندی آنها در سیستم قدرت و همچنین اختلالات دیگر شبکه بحث شده و سپس در مورد کیفیت توان و

^۱ -Photovoltaic

^۲ -Highvoltage

مشکلات آن مطالبی ارائه شده و در پایان فصل راه های جبران ناپایداری ولتاژ و مشکلات کیفیت توان معرفی شده است.

در ادامه در فصل ۴ در مورد یکی از ادوات Custom power که در پایداری ولتاژ نقش بسیار مهمی دارد صحبت کرده ایم.^۱ DVR در سیستم توزیع قدرت نقش اساسی در محافظت از بارهای حساس به تغییرات ولتاژ دارد. در این پایان نامه یک DVR برای جبران های مختلف اختلالات ولتاژ طراحی شده است. DVR برای جبران بهتر اختلالات ولتاژ باید توسط روش های کنترلی مناسب کنترل شود. در این فصل ما سه روش کنترلی برای جبران در DVR ارائه کرده ایم که هر کدام از روش ها، روش قبل از خود را بهبود می دهد. کنترل کننده ی فازی^۲ یکی از کنترل کننده های دقیق و بسیار سریع می باشد که در روش انتهایی از آن استفاده کرده ایم این روش منجر به حذف حالت های گذرا در جبران توسط DVR شده است.

^۳DSTATCOM یکی دیگر از ادوات Custom power می باشد که بیشتر جهت متعادل کردن جریان و جبران توان راکتیو مصرفی بارهای غیر خطی مورد استفاده قرار می گیرد. با ترکیب DSTATCOM و DVR ما می توانیم در یک ابزار کارایی هر دو جبران کننده را یکجا داشته باشیم. به این جبران کننده هیبرید،^۴ UPQC گفته می شود. UPQC قادر به جبران توان راکتیو، اختلالات جریان و ولتاژ به صورت همزمان می باشد. در فصل ۵ این پایان نامه در مورد جزئیات ترکیب DVR و DSTATCOM و همچنین نحوه ی عملکرد UPQC به طور کامل صحبت خواهیم کرد.

بهبود عملکرد ادوات Custom power، مخصوصاً DVR و UPQC با تأمین توان اکتیو مورد نیاز آنها توسط سیستم فتوولتاییک در فصل ۶ مورد بررسی قرار گرفته است. در این فصل مشاهده می شود که چگونه این ادوات با بهره گیری از سیستم فتوولتاییک قادر به جبران در مدت زمان زیاد خواهند بود. در ادامه با ترکیب این ادوات با سیستم فتوولتاییک در جبران و بهبود عملکرد توربین های بادی متصل به شبکه استفاده کرده ایم. همچنین در انتها با بهره گیری از سیستم فتوولتاییک کارکرد^۵ IDVR را بهبود داده ایم به گونه ای که قادر باشد به صورت همزمان خطای ایجاد شده در دو فیدر^۶ را جبران نماید.

شبیه سازی های انجام شده نیز در انتهای هر بخش برای صدق گفته های آن بخش ارائه شده این شبیه سازی ها توسط نرم افزار Matlab/Simulink انجام شده است. در انتهای پایان نامه نیز پارامترهای کلیه شبیه سازی ها ارائه شده است.

^۱-Dynamic Voltage Restorer

^۲-Fuzzy controller

^۳-

^۴-Unified Power Quality Conditioner

^۵-Interline Dynamic Voltage Restorer

^۶-Feeder

فصل ۲ :

انرژی های تجدید پذیر

۱-۲ مقدمه

در حال حاضر دنیا با دو بحران بزرگ در زمینه ی انرژی روبروست، آلودگی محیط زیست در اثر احتراق سوخت های فسیلی و پایان پذیر بودن این سوخت ها [۱].

افزایش روز افزون تقاضای انرژی، خطر گرم شدن کره ی زمین که ناشی از پدیده ی گازهای گلخانه ای است و همچنین آلاینده های محیطی و مشکلات زیست محیطی و تهدید سلامت انسانها و کمبود منابع انرژی فسیلی از جمله مسائلی هستند که موجب شده اند تا لزوم رویکرد به سمت انرژی های دیگر به ویژه انرژی های تجدید پذیر بیش از پیش احساس گردد.

انرژی های تجدید پذیر از جمله انرژی های پاک محسوب می شوند. چون هیچ گونه مواد و گازهای مضر که موجب به خطر افتادن محیط زیست می شوند تولید نمی کنند. این مشخصه از جمله فواید انرژی های تجدید پذیر نسبت به نیرو گاه های با سوخت های فسیلی است. بنابراین با توجه به این مطالب انرژی های تجدید پذیر نقش اساسی در مقابله با تغییرات آب و هوایی دارند. در این فصل انواع انرژی های تجدید پذیر مختصرا توضیح داده خواهد شد و در ادامه تاکید بیشتری روی انرژی خورشیدی و انرژی باد خواهد بود و توضیحات مفصلی در مورد این انرژی ها ارائه خواهد شد.

۲-۲ منابع انرژی های تجدید پذیر

اصلی ترین منبع انرژی تجدید پذیر انرژی خورشیدی است که به صورت های مختلف در سطح زمین و نیز سطح ماه می باشد. انرژی خورشیدی به هر دو صورت تبدیل مستقیم با استفاده از سیستم های فتو ولتاییک و یا از طریق جمع کننده های گرما و تولید بخار قابل استفاده است. استفاده از قدرت و انرژی آب در نیروگاه های تولید برق و نیز سیستم های ذخیره پمپاژ از چندین دهه گذشته رواج یافته است، استفاده از تبدیل انرژی باد در مقادیر نامی بزرگ تنها از دهه ۱۹۸۰ آغاز شده است. با توجه به بهره مندی از توسعه و گسترش سریع تکنولوژی مربوطه، مقادیر نامی انرژی حاصله از باد خیلی سریع به محدوده ی مگا وات افزایش یافته و مزارع بادی در تعداد بسیار زیاد و نیز حجم انرژی قابل ملاحظه بنا نهاده شده اند.

انرژی حاصل از منابع تجدیدپذیر نسبتا تا حدودی از نظر قیمت قابل رقابت می باشند و تا حد زیادی از طریق مراجع قانون گذاری مورد حمایت و تعرفه تشویقی قرار می گیرند تا سهم آنها در بازار برق افزایش یابد، سیستم انرژی باد تقریبا از نظر قیمت به سطح رقابتی رسیده است. در حالی که انرژی خورشیدی هنوز گران قیمت می باشد و نیاز به حمایت بیشتری در ارتباط با بازار برق دارد. منابع انرژی که در حال حاضر سهم اصلی را در تامین انرژی مورد نیاز دارند عبارتند از: انرژی آب، انرژی زمین گرمایی^۱، زیست توده^۲، انرژی باد، انرژی خورشیدی

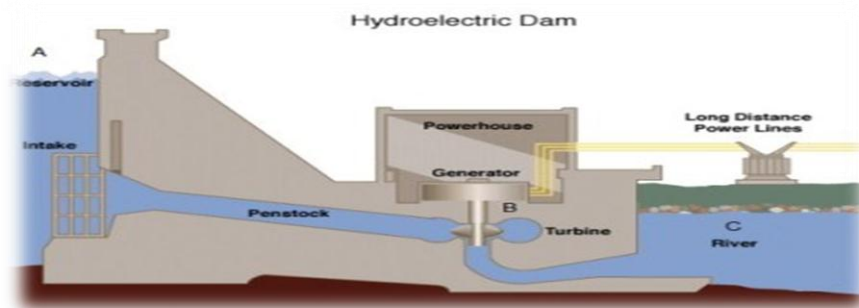
^۱ - Geothermal

^۲ - Biomas

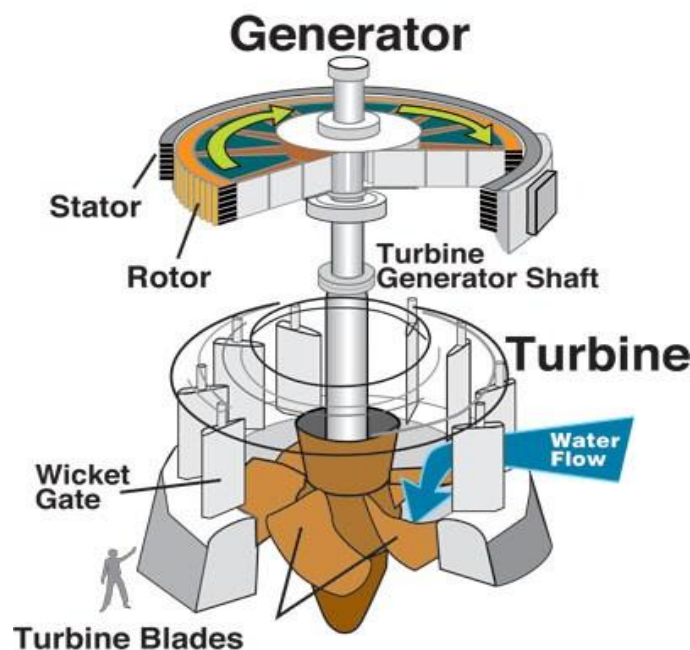
۱-۲-۲ انرژی آب

آب به عنوان یکی از منابع مهم در تولید برق می باشد. از این رو چرخ ها در تاریخ توسعه و مصرف انرژی آب نقش مهمی ایفا می کنند. چرخ آبی دستگاهی است که استخراج انرژی از یک سیستم را میسر می سازد. چرخ آبی از دیرباز یک وسیله ی مهم در جوامع بشری قدیم به شمار می رفت و کاربرد های زیادی مانند: کاربرد در آسیاب، حمل وسایل سنگین، حمل و نقل آبی و... داشت.

امروزه از انرژی پتانسیل آب جمع شده پشت سدها می توان با نوعی چرخ آبی پیشرفته نوعی از انرژی را که بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد و به آسانی قابل تبدیل به انرژی های دیگر است، تولید کرد. انرژی پتانسیل آب که یک نوع جاذبه ی نیوتنی است و بر اثر اختلاف سطح و فشار به وجود می آید و در سدها با توجه به ظرفیت و ارتفاع آنها متفاوت است و انرژی الکتریکی تولیدی نیز وابسته به این نیروی جاذبه است. شکل های زیر نحوه ی تولید انرژی الکتریکی را در سدها و همچنین ژنراتور آبی مورد استفاده را نشان می دهد.



شکل (۱-۲) نحوه ی تولید برق در سد



شکل (۲-۲) نمای کلی یک ژنراتور آبی