



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

عنوان : کنترل فازی توربین های بادی

استاد راهنما : دکتر کاوه نظامی زاده

نگارش : فرزاد خوشخطی

تاریخ دفاعیه : شهریور ۹۰

فهرست مطالب

مقدمه	۱
فصل اول	
۱-۱ تاریخچه استفاده از انرژی باد	۴
۲-۱ بهره برداری از برق بادی	۵
۳-۱ برق بادی در مقیاس های کوچک	۷
۴-۱ آثار زیست محیطی	۸
۵-۱ تاثیرات بوم شناختی	۸
۶-۱ استفاده از زمین	۸
۷-۱ آثار بر روی حیات وحش	۹
۸-۱ بزرگترین توربین بادی جهان	۱۰
۹-۱ انرژی باد	۱۰
۱۰-۱ توان پتانسیل توربین	۱۰
۱۱-۱ توزیع سرعت باد	۱۱
۱۲-۱ ضریب ظرفیت	۱۲
۱۳-۱ محدودیت های ادواری و نفوذی	۱۲
۱۴-۱ پیش بینی پذیری	۱۳
۱۵-۱ جاگذاری توربین	۱۳

فصل دوم - توربین بادی

۱-۲ توربین بادی ۱۵

۲-۲ انواع توربین بادی ۱۵

۳-۲ آیرودینامیک توربین بادی ۱۶

۴-۲ مدل دیسک محرک ۱۶

۵-۲ حد بتز ۱۷

۶-۲ مدل المان پره ۱۸

۷-۲ نیرو، گشتاور و توان ۱۹

فصل سوم

۱-۳ مدل سازی توربین بادی ۲۳

۲-۳ سیستم تبدیل انرژی یاد ۲۳

۳-۳ اجزای مکانیکی ۲۵

۴-۳ قسمت آیرودینامیک ۳۰

۵-۳ قسمت الکتریکی ۳۱

۱-۵-۳ ژنراتور القایی قفس سنجابی اتصال مستقیم به شبکه ۳۲

۲-۵-۳ ژنراتور القایی قفس سنجابی با استاتور کنترل شده ۳۴

۳-۵-۳ ژنراتور القایی تغذیه دوپل با روتور کنترل شده ۳۵

۶-۳ سروو کنترل زاویه گام پره ۳۶

فصل چهارم - مقدمه ای بر سیستم های فازی

۱-۴ مقدمه ۳۹

۲-۴ منطق فازی ۳۹

۳-۴ متغیرهای زبان شناختی ۴۱

۴-۴ اجزای ابتدایی و اصول اولیه تئوری مجموعه فازی ۴۲

۵-۴ طراحی سیستم های فازی ۴۲

۶-۴ نتیجه ۴۴

فصل پنجم - استراتژی کنترل

۱-۵ معرفی ۴۷

۲-۵ سرعت های بالاتر از سرعت نامی ۴۷

۳-۵ سرعت های پایین تر از سرعت نامی ۵۲

فصل ششم - شبیه سازی و نتایج آن

۱-۶ قسمت آیرودینامیک ۵۷

۲-۶ قسمت جعبه دنده ۵۹

۳-۶ قسمت ژنراتور ۶۱

۴-۶ شبیه سازی توربین بادی در سرعت های بالاتر از سرعت نامی ۶۲

۵-۶ نتایج شبیه سازی توربین بادی در سرعت های بالاتر از سرعت نامی ۶۳

۶-۶ شبیه سازی توربین بادی در سرعت های پایین تر از سرعت نامی ۶۷

مقدمه:

با توجه به نگرانی‌های مربوط به مسایل زیست محیطی و نیز مسایل اقتصادی مربوط به سوخت‌های فسیلی، امروز توجه بسیاری به روش‌های تولید انرژی برق می‌شود و در این میان انرژی باد به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع انرژی برای تولید برق به شمار می‌رود چرا که باد آلودگی ندارد و در تمام نقاط جهان وجود دارد. بررسی‌های اخیر نشان می‌دهد که استفاده از تکنولوژی باد نسبت به موارد مشابه در شرایط یکسان منجر به کاهش هزینه‌ها می‌گردد. در ضمن تعداد توربین‌های بادی که وارد شبکه‌ها می‌شود سال به سال افزایش می‌یابد.

انرژی باد نسبت به انرژی‌های معمول تغییرات زیادی دارد و لذا یک توربین باد همواره با بازدهی کمی کار می‌کند و باید نسبت به بارهای آیرودینامیکی شدید که کیفیت توان را کاهش می‌دهند، مقاوم باشد. اخیرا ابعاد بزرگ توربین‌ها و افزایش استفاده از انرژی باد برای تولید برق منجر به استفاده از مبدل‌های الکترونیکی و تجهیزات مکانیکی گشته است. این تجهیزات باعث افزایش درجه آزادی در طراحی شده که خود دری به سوی کنترل اکتیو توان حاصله است. کانورتورهای استاتیکی برای این به کار می‌روند که علی‌رغم سرعت متغیر باد بتوانند توربین را در سرعت نامی بچرخانند.

در مجموع برای افزایش توان خروجی، توربین‌های سرعت متغیر می‌توانند برای کاهش بارگذاری روی پرها و برج آنها کنترل شوند تا عمر آنها را افزایش دهند. اخیرا توربین‌های بادی مدرن شامل تجهیزات مکانیکی خاصی هستند تا زاویه پرها را نیز کنترل کنند. این کار برای محدود کردن انرژی گرفته شده از باد در سرعت‌های خیلی تند باد است و پیچیده‌تر از آن توربین‌های با سرعت متغیر و زاویه پره متغیر است که توسط انعطاف پذیری سیستم کنترلی‌اش منجر به کارکرد روان آن، افزایش باردهی، کیفیت توان بهتر، طولانی شدن عمر استفاده و ... می‌شود. بنابراین کنترل، تاثیر بسزایی در قیمت انرژی باد خواهد داشت. در کل پیچیدگی و قابلیت اعتماد سیستم کنترلی در بهره برداری بهینه از انرژی باد تاثیر زیادی دارد.

سیستم‌های بادی از دید سیستم کنترلی بسیار مهم هستند. مدل توربین باد یک مدل دینامیک غیرخطی غیر می‌نیم فاز است، در ضمن لرزش پرها و برج پرها نیز به پیچیدگی آن می‌افزاید، لذا به دلیل شرایط عملیاتی خاص آوردن مدل ریاضی که رفتار دینامیکی این توربین را بیان کند خیلی سخت است.

پایان نامه کارشناسی

فصل اول

۱-۱ تاریخچه استفاده از انرژی باد

انرژی باد لاقلاً ۳۰۰۰ سال است که مورد استفاده قرار می‌گیرد. مثلاً برای آسیاب کردن و در قایق-های بادی انرژی باد به عنوان اصلی‌ترین منبع توان مود استفاده قرار می‌گرفت. در هزاره سوم توربین‌های محور افقی به عنوان یک منبع اقتصادی جایگزین سوخت‌های فسیلی گشته است که کاربرد الکتریکی نیز پیدا کرده است.

تاریخچه استفاده از توربین‌های بادی برای تولید برق به قرن نوزدهم برمی‌گردد که در آن زمان در امریکا آقای brush یک ژنراتور 16KWDC را با اتصال به توربین بادی مورد بهره برداری قرار داد و تحقیقاتی هم توسط آقای LACOUR در دانمارک صورت می‌گرفت. به هر حال در طول قرن بیستم توجه زیادی به انرژی باد نشد به جز برای باتری‌های شارژی توان پایین که این سیستم‌های توان پایین نیز جای خود را به توربین‌ها دادند. یک مورد قابل توجه توربین بادی ۱۲۵۰ کیلوواتی Smith – Ruthan است که در سال ۱۹۴۱ در امریکا نصب شده بود. این توربین یک روتور ۵۳ m ، کنترل کننده Full – Span و پره های خاصی برای کاهش بار داشت. اگرچه پره های آن در سال ۱۹۴۵ رد شدند ولی این توربین برای مدت ۴۰ سال بزرگترین توربین موجود بود.

Golding در سال ۱۹۵۵ و Divone و Shepherd در سال ۱۹۹۴ روند پیشرفت این توربین‌ها را کامل کردند و بعد ژنراتور 100 kw – 30 متری در سال ۱۹۳۱ ثبت شد و بعد از آن ژنراتور 100 – 24 kw متری Andrea در سال ۱۹۵۰ در UK ثبت شده است. سپس در سال ۱۹۵۶ در دانمارک یک توربین 200 kw – 24 متری و بعد از آن در فرانسه یک توربین 35 kw – 1.1 متری مورد بهره برداری قرار گرفت. در این زمان تحقیقاتی در سازمان تحقیقاتی UK صورت می‌گرفت تا این که در سال ۱۹۷۳ قیمت نفت با سرعت افزایش یافت و این افزایش ناگهانی قیمت، توجهات دولت‌مردان را به سمت استفاده بیشتر از انرژی باد سوق داد.

در این میان در امریکا یک توربین 100 kw در سال ۱۹۷۵ و بعد یک توربین 2.5 MW در سال ۱۹۸۷ به شبکه افزوده شدند و اتفاقات مشابه با این در UK، آلمان و سوئد نیز در جریان بود. سپس در کانادا یک توربین 4MW با محور عمودی به شبکه افزوده شد و به موازات آن در امریکا و UK نیز توربین‌های با محور عمودی طراحی شدند تا ژنراتورهای باد و نور نوع H را به چرخش درآورند که توان آن 500KW بود.

[1]- xinyan Zhang, weiqing Wang, ye Liu and ling Cheng. Fuzzy Control of Variable Speed Wind Turbine. Processing of the 6th World Congress on Intelligent Control and Automation, June 21-23, 2006, Dalian China.

[2]- Tomonobu Senjyo, Ryosei Sakatomo, Naomitsu Urasaki, Toshihisa Funabashi, Hideki fujita and Hideomi Sekine. Output Power Leveling of Wind Turbine Generator for All Operating Regions by Pitch Angle Control. IEEE Transaction on Energy Conversion, VOL.21, NO.2, JUNE 2006.

[3]- Hassan H.El- Tamaly, Mohamed a.a. Wahab and Ali H. Kasem. Simulation of Directly Grid – CONNECTED Wind Turbine for Voltage Fluctuation Evaluation. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Vol.2, No.1 (2007).

[4]- Fernando D.Bianchi, Hernan De Battista and Ricardo J. Mantz. Wind Turbine Control Systems, Principles, Modeling and Gain Scheduling Design.

[5]- Tony Burton, David Sharp, Nick Jenkins, Ervin Bossanyi. Wind Energy Handbook.

[6]- Sathyajith Mathew. Wind Energy Fundamentals, Resource Analysis and Economics.