



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان: کنترل و مدل سازی واسط های الکترونیک قدرت در میکروشبکه

استاد راهنما: دکتر رضا نوروزیان

نگارش:

امید همتی

مسعود خیدری

تاریخ دفاعیه: اسفند 90

## سیاس گذاری

پیش از هر چیز خداوند را شاکریم که توفیق علم آموزی را به ما عطا کرد. و بعد از آن از زحمات

استاد اینجانب، دکتر رضا نوروزیان که با رهنمایی ها و شکیبایی ایشان قادر به اتمام این امر

نمودیم، کمال تشکر را داریم.

همچنین از زحمات اساتید محترم گروه برق دانشگاه زنجان کمال تشکر را داریم.

امید همتی

مسعود حیدری

اسفند 90



## فهرست

### 1. نمایی کلی از پایان نامه ..... 1

#### 1. فصل اول

##### ✓ مقدمه ای راجع به تولید پراکنده و منابع آن

##### 1.1. تولید پراکنده ..... 5

##### 1.2. مفهوم میکروگرید ..... 7

##### 1.3. یک نمونه میکرو گرید ..... 9

##### 1.4. چند نمونه از منابع تولید پراکنده ..... 13

#### 2. فصل دوم

##### ✓ واسط های الکترونیک قدرت در اتصال DG به شبکه

##### مقدمه این فصل ..... 18

##### 2.1. ارتباط بین مبدل های الکترونیک قدرت و کامپیوتر ها ..... 19

##### 2.2. گرایش های الکترونیک قدرت ..... 21

##### 2.3. غالب کاری BBS ..... 22

##### 2.3.1. بلوک های سوئیچینگ توان ..... 24

##### 2.3.2. بلوک تثبیت ولتاژ ..... 25

##### 2.3.3. بلوک انتقال ..... 26

26.....2.3.4. بلوک کنترل

27.....2.3.5. بلوک سنسور

27.....2.3.6. بلوک لوازم جانبی

28.....2.3.7. بلوک ورودی اخروجی

28.....2.4. باس ها به عنوان مسیرهای انتقال

28.....2.4.1. باس انتقال

29.....2.4.2. باس های گرمایی

29.....2.4.3. باس کنترل

30.....2.4.4. باس اصلی ساختار

30.....2.5. طراحی محیط نرم افزاری سطح بالا

### 3. فصل سوم

## ✓ مدارات کنترلی واسط های الکترونیک قدرت

34.....مقدمه

36.....3.1. شمای کلی از DG و بحث سری یا موازی بودن آن

40.....3.2. تئوری کنترل (P-F) و کنترل (Q-V)

40.....3.2.1. کنترل (Q-V)

42.....3.2.2. کنترل (P-F)

44.....3.3. متدی از کنترل کننده مرکزی (CC) به نام "GOOD CITIZEN"

46.....3.4. تئوری کنترل HCC

## 4. فصل چهارم

### ✓ نتایج شبیه سازی

#### مقدمه..... 49

#### 4.1. اهداف دنبال شده در شبیه سازی..... 49

#### 4.2. کنترل..... 50

#### 4.3. نتایج شبیه سازی..... 52

#### 4.4. مشکلات هارمونیکی..... 56

## 5. فصل پنجم

### ✓ نتیجه گیری و پیشنهادات.

#### 5.1. نتیجه گیری کلی..... 60

#### 5.2. پیشنهادات..... 61

#### 62..... منابع

## نمایی کلی از پایان نامه:

رفته رفته با کاهش انواع سوخت های فسیلی و مشکلات زیست محیطی ناشی از تولید

انرژی با روش های سنتی، فکر به وجود آمدن صورت دیگری از تولید به وجود آمد که

سعی شده از منابع دیگری استفاده شود.

در این شکل از تولید سعی شده قابلیت های طبیعی برای تولید انرژی بر روی

از منابع پاک ترو تجدید پذیری استفاده شود. به این شکل جدید تولید پراکنده

(distributed generation) که اختصارا DG گفته می شود. مفهوم DG در لغت نیز در

مقابل تولید متمرکز آمده است.

قلب DG و عاملی که باعث کاربردی شدن این پروژه می شود، بحث واسط های الکترونیک

قدرتی است که به منابع DG یا (DERS) متصل می شوند. واسط های الکترونیک قدرت

هستند که قابلیت تطبیق انرژی DG را به با انرژی مصرفی کنونی می دهند. در واقع

میشود گفت که منابع DG بدون این واسط ها بلا استفاده هستند.

منابع DG انواع گوناگونی دارند، موردی که در هر کدام می توان دریافت بحث پائین بودن

سطح توان دهی آنها است، زیرا که اکثرا سعی شده از منابع طبیعی و قابل تجدید پذیر

استفاده شود و اکثر این منابع قابلیت توان دهی بالایی را ندارند. نکته دیگر بحث ترکیبی

بودن تولید است. مثلا در CHP سیستم ها در کنار تولید انرژی الکتریکی بحث تولید

انرژی حرارتی را نیز داریم که البته لازمه تحقق آن نزدیک بودن بار به منبع تولید است.



البته این نکته در تمام میکرو شبکه ها مشترک است.

در این رساله بعد از مطالبی که درباره ی منابع DG و فلسفه ی DG و متدهای واسطه

های الکترونیک قدرت به بحث اصلی که کنترل و شبیه سازی واسط های الکترونیک

قدرت است پرداخته می شود.

سعی شده که بتوان نشان داد با بررسی حلقه های کنترلی مناسب و متدهای متنوع

تر، DG را به عنوان یک منبع تولید انرژی منعطف نشان داد در نتیجه در اینجا بحث

(FLEXIABLE DG) پیش می آید. سپس به متعاقب آن متدهای کنترلی مختلف از

جمله (P-F) و (Q-V) بررسی شده و مجموعاً تحت متد کنترلی "GOOD CITIZEN"

بررسی می شود. این متد مورد بررسی قرار گرفته و نتایج عملکرد آن در نمودارهای

حاصل از شبیه سازی مشاهده، بررسی و مقایسه شده است.

در شبیه سازی مسائلی از قبیل جبران توان راکتیو، که یکی از مسائل بسیار مهم در

صنعت قدرت می باشد مورد بررسی قرار گرفته است. در سطح توزیع سیستم مذکور نوعی

وظایفی را انجام می دهد که جبران کننده های استاتیکی (DSTATCOM) انجام می دهد

از جمله تامین کیفیت توان مناسب و نیز تنظیم تزیق توان راکتیو مناسب در نقطه

مشترک و چندین وظیفه دیگر که در فصول مختلف این رساله به آنها اشاره خواهد شد.

در کنار بحث تنظیم بودن توان اکتیو، جبران سازی ضریب قدرت و نیز بحث هارمونیک

انجام شده است. در قسمت هارمونیک سعی با ارائه پیشنهادهای به بهبود این موضوع

# پایان نامه کارشناسی

## فصل اول



## فصل اول: مقدمه راجع به تولید پراکنده و منابع تولید آن

### 1.1: تولید پراکنده

در سرتاسر جهان مشکلات ناشی از تولید انرژی با استفاده از روش‌های رایج کنونی مانند:

کاهش سوخت‌های فسیلی، بازده پایین، و آلودگی‌های زیست محیطی باعث شد که به فکر تأمین انرژی به صورت‌های دیگر باشیم که از جنبه‌های گوناگون که اهم آنها مشکلات زیست محیطی و بازده است را بتوانیم پاسخ‌گو باشیم.

این شکل جدید انرژی با نام تولید توزیع شده (DG) بیان شده و منابع تولید آن نیز با نام منابع تولید توزیع شده (DERS) معرفی شد. در واقع علت نام‌گذاری نیز به گونه توضیح

تمایز بین این نحوه از تولید و تولید در گذشته را بیان می‌کند. بحث اصلی این است که

تولید از سطح متمرکز و مقدار بالا در یک نقطه خاص به شکل تولید در سطح کمتر (ولتاژ) و

تولید پراکنده تغییر شکل یابد.

در این شکل تولید، پتانسیل‌های تولید انرژی در هر ناحیه و هر منطقه بررسی شده و بر

اساس آن طراحی‌های لازم جهت چگونگی تبدیل این انرژی‌ها و استفاده از آنها جهت

مصارف محلی انجام می‌شود. بنابراین نیازی به تولید انرژی الکتریکی در سطح ولتاژ

انتقال نیست. چون **سیاست** اصلی این تولید تأمین نیاز مصرف‌کننده‌هایی است که

کمترین فاصله را تا منابع دارند.

نتیجه گیری که می شود کرد این است که:

1) تولید DG در سطح ولتاژ توزیع است.

2) توان آن به صورت نرمال زیر 50MW است.

3) معمولاً از جمعیت چند منبع یک DG تشکیل شده و رابط‌های الکترونیک قدرت نقش

مهمی در اتصال آنها به شبکه و استفاده آنها برای مصارف مختلف مصرف کننده را دارا

می باشند.

دیگر مزایای منابع تولید، بحث تولید ترکیبی است. با این توضیح که منابع DG می توانند

به صورتی باشند که در کنار تولید انرژی الکتریکی، بتوانیم انرژی های دیگر نیز تولید

کنیم. نمونه این منابع CHP ها هستند. CHP مخفف (Combine Heat and Power) است

که به معنی ترکیب گرما و توان الکتریکی است. به عنوان نمونه و تولید توان الکتریکی به

همراه تولید انرژی گرمایی است.

همین موضوع تولید گرما نزدیک بودن منبع تولید به مصرف کننده که گفته شد را تأیید

می کند زیرا که انتقال انرژی گرمایی اصلاً به صرفه نیست. در کل دیگر مزایا تولید پراکنده

پایین آمدن میزان تلفات ناشی از انتقال و توزیع تا سطح بسیار بالایی می باشد.

DG ها قابلیت این را دارند که به صورت مستقل بار خود را تأمین کنند. اهمیت این

موضوع به این معنا نیست که ارتباط DG ها کاملاً با شبکه محلی قطع است. بلکه DG ها

قابلیت انعطاف پذیری بالایی دارند که درباره آن بیشتر توضیح داده خواهد شد. ولی

موضوع مهم این است که DG ها با عملکرد مستقل یا اصطلاحاً جزیره قابلیت اطمینان و

## فصل 5: نتیجه گیری

در چند دهه اخیر تولیدات پراکنده (DG) شاهد پیشرفت های زیادی شده است که نتیجه ی این پیشرفتها بیشتر در کشورهای توسعه یافته و کشورهایی که به انرژی های فسیلی

دسترسی ندارند قابل مشاهده است. شبکه های بهم پیوسته بدلیل پایداری بالا و سطح

کیفیت توان بالا از ابتدا در طراحی برق کشورها استفاده شده است. ولی این

ساختار نیز مانند هر ساختار دارای مشکلاتی است که به عنوان مثال اگر در یک قسمت از

شبکه سراسری دچار یک مشکل بزرگ شویم باید یک قسمت خیلی بزرگ از شبکه را بی

برق کرده تا به مشکل بوجود آمده رسیدگی شود و به همین دلیل قسمت هایی از شبکه

که حتی به منابع تولید برق بزرگ دسترسی دارند تنها به این دلیل که در یک قسمت دور

دست از آن یک مشکل پیش آمده است!

استفاده از مفهوم میکروشبکه دید جدیدی را در شبکه های برق ایجاد کرده است. به

ترتیب که در هر بخش از هر شهر و هر نقطه از تولیدات پراکنده مانند فوتوولتائیک،

توربین بادی، سلول خورشیدی، میکروتوربین ها و... به شبکه برق توان تزریق می شود به

این ترتیب که هر شهر یا بخش خود یک شبکه می شود که توانایی تامین بارهای خود را

دارد و به این ترتیب در زمان های عادی این میکروشبکه به دلیل تولید زیاد به شبکه برق

سرسرای توان تزریق می کند و ولتاژ و فرکانس میکروشبکه توسط شبکه برق سراسری

تنظیم می شود و در زمان وقوع مشکل در شبکه برق سراسری، میکروشبکه توسط یک

سوئیچ از شبکه برق سراسری جدا شده و یکی از میکرومنابع وظیفه ی ثابت نگه داشتن

ولتاژ و فرکانس میکروشبکه را به عنوان slack شبکه به عهده می گیرد و سایر

میکرومنابع توان مورد نیاز میکروشبکه را تامین می کند به این ترتیب این قسمت از

شبکه به

دلیل مشکلی در شبکه برق سراسری اتفاق افتاده است بی برق نمی شود..مشکل اصلی

این شبکه ها کنترل این میکرومنابع است. اکثر تولیدات پراکنده ولتاژ DC تولید می

کنند که با استفاده از میکرومنابع به AC تبدیل می شوند که باعث وارد شدن هارمونیک

های زیادی به شبکه می شود که این نیز به پیچیدگی های کنترل می افزاید.

کشور هایی مثل ایران که به انرژی های فسیلی مانند گاز، نفت، مازوت و... دسترسی ارزان

دارند استفاده کردن از این تکنولوژی مفید و دوستدار طبیعت در حال حاضر صرفه ی

اقتصادی زیادی ندارد ولی با این وجود فوائد زیاد این سیستم و خدمات کمکی آن این

کشورها را مجبور به سوق دادن و توجه بیش از بیش به تولیدات پراکنده می کند.

با وجود تمام این پیشرفت ها هنوز مشکلات زیادی در این زمینه وجود دارد که نیاز به

توجه بیشتر دارند. که با توجه به تحقیقاتی که در دانشگاه های و سازمان های تحقیقاتی

می شود امید گسترش این تکنولوژی جدید می رود که تمام شهر ها و روستا ها خود



- پیشنهادات:

(1) بهینه‌سازی پخش توان در سیستم کنترل به منظور کاهش هزینه‌های عملیاتی در

میکروگرید.

(2) ارتقاء سیستم توزیع توان میکروگرید با وجود قابل اطمینان بودن که با الگوریتم

مدیریت انرژی میکروگرید سازگاب باشد.

(3) می‌توان با افزایش فرکانس سوئیچینگ و استفاده از ترانس مرغوب‌تر تا حد امکان از

اعوجاج ناشی از ورود DG به شبکه جلوگیری کرد.

❖ منابع:

[1] Microgrids and Active Distribution Networks

S. Chowdhury, S.P. Chowdhury and P. Crossley

[2] Flexible Distributed Generation: FDG

M. I. Marei, E. F. El-Saadany and M. M. A. Salam

University of Waterloo

Department of Electrical and Computer Engineering

Waterloo, Ontario, Canada N2L 3G1

[3] Distributed Generation in Future Grids

Will energy islands become a reality

October 31, 2003

by Johan Driesen, Ronnie Belmans, KULeuven - ESAT/ELECTA

[4] Control of Power Electronic Interfaces in Distributed Generation

Microgrids

Document Type: Draft Paper for International Journal of Electronics

Author: A. Arulampalam

[5] New Control Algorithms for the Distributed Generation Interface in

Grid-Connected and Micro-grid Systems

by

Yasser Abdel-Rady Ibrahim Mohamed

A thesis

presented to the University of Waterloo

in fulfillment of the

thesis requirement for the degree of

Doctor of Philosophy

in

Electrical and Computer Engineering

Waterloo, Ontario, Canada, 2008