

دانشگاه سبزگان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش : قدرت

عنوان : بهره برداری بهینه از میکرو شبکه های هوشمند DC

استاد راهنما : دکتر رضا نوروزیان

نگارش : رونیا عربیان . سونیا عربیان

تاریخ دفاع : آذر ۹۱

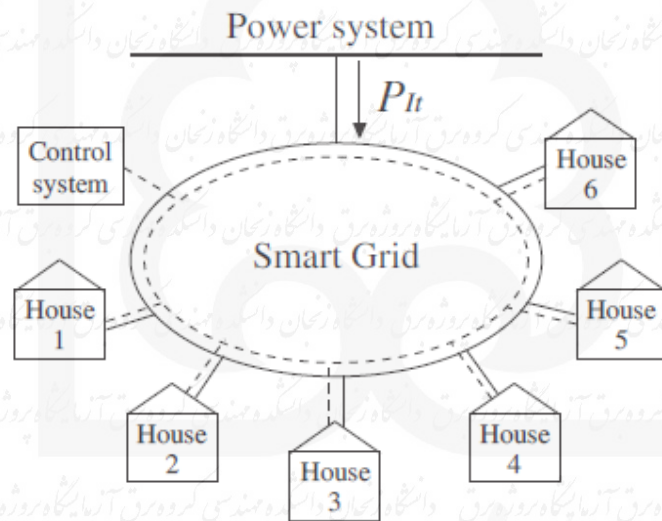
## چکیده

صنعت برق، نه تنها با فراهم کردن منابع جهت برآورده سازی انرژی مورد تقاضا صنایع مواجه هستند، بلکه از طرفی حداقل سازی و کاهش اثراتی که بشر بر روی محیط در ارتباط با تولید این انرژی دارد نیز یکی دیگر از موارد مورد توجه می باشد و میکرو شبکه های هوشمند راه حلی برای این چالش است که سود و بازدهی بسیار زیادی دارد. برای سمت مصرف کننده میکرو شبکه های هوشمند بدین معنی است که آنها می توانند بروی مصرف خود مدیریت هوشمندانه انجام دهند تا در ساعات پیک که قیمت انرژی گران می باشد، هزینه کمتری بپردازند و برای کارشناسان محیط زیست، این شبکه بمعنی استفاده از تکنولوژی جهت کمک به حل تغییرات مضر آب و هوایی و اجتناب از تولید گازهای کربن بیش از اندازه می باشد و برای همکاران صنعت برق پیک سایی و تصمیم گیری هوشمندانه و ارائه اطلاعات دقیق از وضعیت شبکه است.



## فصل اول:

# مقدمه ای بر شبکه های هوشمند قدرت



## مقدمه :

گسترش تکنولوژی در سالهای اخیر تقاضا برای انرژی الکتریکی را به نحو چشمگیری افزایش داده است. گسترش سیستم های انتقال و توزیع برای جابجایی به این افزایش تقاضا با شیوه های معمول تولید و توزیع انرژی الکتریکی مقرون به صرفه نیست. یک راه حل برای رفع این مشکل استفاده از منابع کوچک انرژی الکتریکی در شبکه های توزیع است که اصطلاحاً شبکه های توزیع با منابع پراکنده نامیده می شوند. در روشهای متداول و سنتی چندین ژنراتور بزرگ متصل به هم یک شبکه انتقال تشکیل می دهند که از طریق چند باس به شبکه های توزیع در مکان های متفاوت متصل می شوند. در سالهای اخیر که مصرف انرژی الکتریکی بسیار افزایش یافته است، لازم است ظرفیت شبکه انتقال و شبکه توزیع به همان نسبت افزایش یابد تا تقاضای انرژی الکتریکی را برآورده کند. افزایش ظرفیت شبکه های انتقال و توزیع در بسیاری از مکان ها بسیار سخت و در بعضی موارد غیر ممکن است و در صورت امکان نیز هزینه زیادی در بردارد. استفاده از شبکه های توزیع با منابع پراکنده علاوه بر آن که باعث افزایش ظرفیت تولید شبکه می شود و افزایش تقاضا را برآورده می کند، قابلیت های فراوانی در شبکه های توزیع ایجاد می کند که در ادامه شرح داده خواهد شد. نحوه قرار گرفتن منابع پراکنده در شبکه های توزیع به دو صورت است. منابع پراکنده یا به صورت نیروگاههای کوچک هستند که به نزدیکترین باس در شبکه توزیع متصل می شوند یا منابع کوچکی هستند که در نزدیکی مصرف کننده های بزرگ نصب می شوند. این مصرف کننده های بزرگ معمولاً کارخانجات بزرگ صنعتی، ساختمان های بزرگ و بیمارستانها هستند. در این روش علاوه بر آن که مصرف کننده امکان استفاده از انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاههای بزرگ را دارد، می تواند از انرژی الکتریکی تولید شده در منابع پراکنده نیز استفاده کند. در منابع کوچکی که در نزدیکی یک مصرف کننده قرار می گیرند توان تولیدی معمولاً حداقل برابر تقاضای مصرف کننده تنظیم می شود. و این کار این مزیت بزرگ را دارد که در صورت خاموشی سراسری در شبکه انتقال و یا مشکلات در شبکه های توزیع، منبع پراکنده به تنهایی قادر به تأمین نیاز مصرف کننده است. در واقع منابع پراکنده علاوه بر تأمین نیاز مصرف کننده در ساعاتی از روز و یا در تمام روز به عنوان یک منبع اضطراری در موارد قطعی شبکه عمل می کنند. شبکه های توزیع با منابع پراکنده این قابلیت را دارند که منابع با محدوده وسیع از نظر توان تولیدی به آن متصل شوند. در اکثر موارد منابع پراکنده در شبکه های

توزیع قادر به تولید توان بیشتر از مصرف کننده محلی هستند. در این حالت مازاد توان تولید شده در منبع به شبکه توزیع تزریق می شود و از این طریق قسمتی از نیاز شبکه توزیع رفع می شود. مهمترین منابعی که در شبکه های توزیع با منابع پراکنده استفاده می شوند شامل توربین های بادی، توربین های گازی، میکروتوربین ها، دیزل ژنراتورها، پیل های سوختی و سلولهای خورشیدی هستند. سلولهای خورشیدی از انرژی خورشید برای تولید انرژی الکتریکی به صورت توان DC استفاده می کنند. ساختمان داخلی سلولهای خورشیدی از نوع مدارهای مجتمع است که تکنولوژی آن در سالهای اخیر بسیار پیشرفت کرده است و در سالهای آینده گسترش بیشتری خواهد یافت. توربین های بادی مولدهایی هستند که انرژی باد را به انرژی مکانیکی و انرژی مکانیکی را توسط یک ژنراتور سنکرون یا آسنکرون به انرژی الکتریکی از نوع AC تبدیل می کنند. توربین های بادی و سلولهای خورشیدی از انرژی های تجدید پذیر باد و خورشید که به وفور در طبیعت موجود است برای تولید انرژی الکتریکی استفاده می کنند. استفاده از انرژی های تجدیدپذیر مزایای عمده ای دارند که از آن بین می توان به کاهش آلودگی محیط زیست، رایگان بودن انرژی مورد استفاده برای تولید انرژی الکتریکی که از نظر اقتصادی بسیار با صرفه است و از همه مهم تر تجدیدپذیری این انرژی ها در حالی که جهان با بحران اتمام سوخت های فسیلی مواجه است، اشاره نمود. پیل های سوختی یک مولد انرژی الکتریکی است که از انرژی شیمیایی برای تولید انرژی الکتریکی و حرارت استفاده می کند. توان تولیدی سلولهای سوختی از نوع توان DC است. یک مزیت قابل توجه سلولهای سوختی تولید حرارت همزمان با تولید انرژی الکتریکی است. از حرارت تولید شده در سلولهای سوختی برای رفع نیازهای حرارتی مصرف کننده ها می توان استفاده نمود. به منابعی که همزمان حرارت و انرژی الکتریکی تولید می کنند سیستم های تولید کننده حرارت و توان یا به اختصار CHP گفته می شود. از دیگر منابع تولید انرژی الکتریکی که قادر به تولید همزمان حرارت و انرژی الکتریکی است، می توان به توربین های گازی و میکرو توربین ها اشاره کرد. میکرو توربین ها در واقع نوعی از توربین های گازی کوچک هستند که از یک ژنراتور سرعت بالا با محور مشترک با توربین تشکیل شده اند و با سرعت بسیار زیاد می چرخند و توان AC با فرکانس بالا تولید می کنند. میکرو توربین ها از سوخت های فسیلی برای تولید انرژی الکتریکی و حرارت استفاده می کنند. حجم کم و بازده بالا و استفاده از حرارت تولید شده توسط میکرو توربین ها، باعث شده از میکرو توربین ها به عنوان یک مولد در کنار یا حتی در داخل ساختمان های بزرگ برای تولید انرژی الکتریکی و حرارت استفاده شود. تزریق منابع پراکنده به شبکه های موجود توزیع می تواند مسائلی نیز به همراه داشته باشد. بعضی از این مسائل عبارتند از:

انرژی‌های تجدیدپذیر و انرژی‌های فسیلی در شبکه‌های توزیع با منابع پراکنده به گستردگی و تعدد منابع -  
کیفیت توان

مسائل حقوقی و نحوه قیمت گذاری انرژی -  
پایداری شبکه های توزیع با منابع پراکنده

در ادامه پایداری دینامیکی شبکه های توزیع با منابع پراکنده مورد بررسی قرار می گیرد. پایداری دینامیکی قابلیت حفظ پایداری شبکه در هنگام وقوع اختلالات کوچک را بررسی می کند. اختلالات کوچک در شبکه باعث بروز نوسانات فرکانس پایین می شوند. در صورتی که میرایی شبکه به اندازه کافی بزرگ نباشد این نوسانات میرا نشده و سیستم وارد ناپایداری می شود. از لحاظ ساختاری یک شبکه توزیع با منابع پراکنده بسیار شبیه یک سیستم انتقال می باشد. مفاهیمی که در چندین دهه گذشته برای شبکه های انتقال مطرح بوده و امروزه در آن شبکه ها کمتر حادث می شوند، شبیه جزیره شدن، امروزه مجدداً در شبکه های توزیع با منابع پراکنده مطرح گردیده اند. علیرغم یکسان بودن ساختار، پارامترهای شبکه های توزیع با منابع پراکنده کاملاً از پارامترهای سیستم های تولید و انتقال متفاوت هستند. بعضی از این پارامترها عبارتند از :

- تعداد قابل توجه منابع تولید

- سناریوی متفاوت تزریق توان اکتیو و راکتیو و کنترل ولتاژ در شبکه های توزیع با منابع پراکنده

- تفاوت عمده در پارامترهای سیستم های کنترل

- تفاوت ساختار به خصوص در مواردی که منابع پراکنده توسط یک اینورتر DC/AC به شبکه متصل می گردد.

عوامل فوق الذکر باعث می گردد که علیرغم یکسان بودن روند بررسی پایداری دینامیکی شبکه های

توزیع با منابع پراکنده و شبکه های انتقال، نتایج حاصله و وابستگی رفتار دینامیکی شبکه به پارامترها

کاملاً متفاوت باشد.

برق انرژی‌های تجدیدپذیر و انرژی‌های فسیلی در شبکه‌های توزیع با منابع پراکنده به گستردگی و تعدد منابع -

کیفیت توان

مسائل حقوقی و نحوه قیمت گذاری انرژی -

پایداری شبکه های توزیع با منابع پراکنده

## مزایای شبکه های هوشمند

شبکه های هوشمند توزیع انرژی الکتریکی یکی از جدیدترین تکنولوژی های روز دنیا و حاصل سعی و تلاش متخصصین جهت مدرنیزه نمودن شبکه های توزیع و ورود به قرن دیجیتال است. اصلی ترین هدف، تأمین برق مطمئن و پاسخگوئی به نیازهای رو به رشد مشتریان با کمترین خسارت به محیط زیست است. اولین شبکه هوشمند جهان در مارس ۲۰۰۸ معرفی گردید و شهر بالدراو ایالت کلرادو آمریکا موفق به دریافت عنوان اولین شهر با شبکه توزیع برق هوشمند گردید هدف طراحان با بکارگیری تکنولوژی هوشمند حول سه محور اصلی مشترکین، تجهیزات و ارتباطات می باشد. تکنولوژی هوشمند توانایی ایجاد تغییرات اساسی در تولید، انتقال، توزیع و استفاده از انرژی الکتریکی به همراه منافع اقتصادی و محیطی دارد که در نهایت به برآورده نمودن نیازهای مشتریان و در دسترس بودن برق مطمئن و پایدار ختم می شود. از طرف دیگر سیستم می تواند با استفاده از اطلاعات جمع آوری نموده در مواقع بحرانی، تصمیم گیری نماید و از خاموشی های ناخواسته جلوگیری کند.

در سالهای اخیر با توسعه روز افزون جمعیت و تقاضای بار توسط مشترکین و مشکلات احداث نیروگاههای جدید و احداث خطوط انتقال و پست های فوق توزیع، شرکتهای توزیع رفته رفته به استفاده از منابع تولید پراکنده روی آورده اند. این منابع دارای مزایا و همچنین معایبی می باشند که از جمله مزایای آنها می توان به بهبود پروفیل ولتاژ، آزادسازی ظرفیت شبکه، افزایش قابلیت اطمینان، بهبود کیفیت توان، کاهش تلفات، پیک سایه و کاهش آلودگی محیط زیست اشاره کرد.

به تفصیل مزایای شبکه های هوشمند به شرح ذیل است:

- پیک سایه که نتیجه اصلی بکارگیری شبکه هوشمند به همراه تکنولوژی های پیشرفته در پست های توزیع و منازل مشترکین است.



- کاهش مصرف سوخت های فسیلی که در نتیجه کاهش پیک و تلفات انرژی به همراه کاهش افت خطوط توزیع بدست می آید.

- کاهش در تعداد مشترکین که خاموشی دارند، این امر نتیجه مهم توانایی پیش بینی کردن و یا به صورت بالقوه جلوگیری کردن از قطع برق و پاسخ موثر در صورت قطع برق جهت رفع عیب است.

- کاهش سرمایه گذاری مورد نیاز برای پروژه های توزیع و انتقال به جهت بهبود بالانس بار و کاهش در بار پیک بدلیل مدیریت پیشرفته دیماندا

- کاهش هزینه ها که منتج از قطع و وصل از راه دور مشترکین می باشد.

حال به بررسی فنی و اقتصادی چند نتیجه اصلی شبکه توزیع هوشمند می پردازیم.

✓ کاهش زمان خاموشی مشترکین

جلوگیری از قطع برق مشترکین، فاکتور اصلی رضایت مندی مشترکین است. شبکه توزیع هوشمند به

سرعت وسایلی را که احتمالاً موجب خطا در شبکه توزیع می شوند را شناسایی و از مدار خارج می کند و

همچنین جریان نشتی را به سرعت مشخص می کند و مکانهایی که نیاز به حضور نیرو جهت اصلاح

شبکه را دارند به سرعت اعلام می کند. استفاده از نرم افزارهای پیشرفته اندازه گیری سریعاً مشترکینی

را که خارج از سرویس هستند، مشخص می کند. فراهم نمودن چنین اطلاعاتی برای پرسنل اتفاقات که

در محل خاموشی هستند، بسیار ذی قیمت بوده و بازده عملکرد را بسیار بالا می برد.

شبکه های توزیع هوشمند با استفاده از راه حل های ذیل زمان خاموشی مشترکین را کاهش می دهند

-تنظیم مجدد سیستم با کمک گرفتن از سوئیچ های اتوماتیک هوشمند که هماهنگ با پست های

هوشمند هستند.

- تشخیص از راه دور فالت

- تعیین اندازه و محل بار خارج شده از مدار از راه دور

- کنترل از راه دور تولیدات پراکنده انرژی و تجمیع آنها جهت استفاده

- تشخیص از راه دور قطع و وصل شبکه

استفاده از راه حل های بالا Interruption Duration Index را 10 % بهبود می بخشد.

✓ منافع شبکه توزیع هوشمند برای مشترکین

با توجه به طبیعت متغیر انرژی های تجدید پذیر که عموماً نیروی باد می باشد، مشترکین جهت انتخاب

نیاز به اطلاعات میزان تولید آن و در دسترس بودن آن دارند، تا با توجه به درآمدشان و اولویت های

زیست محیطی انتخاب صحیح انجام دهند که این امر نیاز به آموزش و توانمند ساختن مشترکین و آماده

سازی بستر فرهنگی دارد، لذا بایستی در این زمینه نیز سرمایه گذاری مناسبی انجام شود. نرم افزارهای

قیمت گذاری بلادرنگ به مدیریت تقاضا کمک می کنند، تا هر زمان که برق گران است قیمت خرده

فروشی را افزایش دهند و هنگامی که قیمت برق پایین است قیمت خرده فروشی را کاهش دهند. به هر

حال ، مردم با این گونه نرم افزارها آشنایی ندارند ولی اکنون سیستمی طراحی شده است که مصرف

انرژی مشترک را بر اساس تنظیمات خود (که توسط مشترک انجام شده است) بر اساس قیمت و زمان

کنترل می کند . این سیستم ها مشترکینی را که نگران محیط زیست خود هستند قادر به کنترل منبع

تولید انرژی می کند و می توانند از آن نوع انرژی استفاده کنند که آسیب کمتری به محیط زیست وارد

می کند .

تلفات خطوط انتقال و توزیع که حاصل از امپدانس هادی ها و عملکرد شبکه کم بازده است که در حال

حاضر بین ۸ تا ۱۴ درصد است، با کاهش این تلفات ، نیروگاهها می توانند در سطح تولید پایین تر قرار

گیرند و در نتیجه آلودگی کمتر می شود . شبکه توزیع هوشمند، ما را قادر به محاسبه و حداقل سازی

تلفات خطوط با بوجود آوردن بالانس بهینه بین ولتاژ و فرکانس و توان راکتیو می سازد.

شبکه توزیع هوشمند از روشهای زیر برای کاهش تلفات سیستم استفاده می کند:

\*در مدار قرار دادن بانک های خازنی از راه دور برای کاهش جریان مورد نیاز برای توان راکتیو

\*اندازه گیری ضریب توان مشترکین در ترانس های توزیع

\*بالانس بار با استفاده از اتوماسیون توزیع

\*کنترل و به مدار آوردن منابع انرژی تولید پراکنده

✓ بهینه سازی سرمایه

داده ها سیستمی را بوجود می آورد که قادر است تصمیم گیری اتوماتیک انجام دهد . نتیجه این عمل،

قابلیت بهره برداری بهینه از سرمایه است که دلایل آن عبارتند از:

\*اجتناب از خرابی ها با تعویض به موقع کابل ها ، تجهیزات ، پست ها و ترانس های توزیع

\*تنظیم دینامیکی ترانس ها برای کمک به تعویق سرمایه گذاری در این زمینه

\*افزایش عمر تجهیزات تولید که از سرمایه گذاری مجدد جهت تولید انرژی مورد نیاز جلوگیری می

کند .

## منابع و مأخذ :

[1]. Kenichi Tanaka, Akihiro Yoza. "optimal operation of DC smart house system by controllable loads based on smart grid topology", 2012.

[2]. Hasan Vahedi, Reza Noroozian. "Optimal Management of Microgrid in Island-Mode Using Bacterial Foraging Algorithm", International of Electrical Engineering (I.R.E.E), vol.xx, n.x. January 2007.

[3]. Pertti Järventaua, Sami Repo, Antti Rautiainen, Jarmo Partanen. "Smart grid power system control in distributed generation environment". 2010 Elsevier

[4]. Seth Blumsack\*, Alisha Fernandez. "Ready or not, here comes the smart grid!". 28 July 2011 Elsevier Ltd.

[5]. Matthias Wissner. "The Smart Grid – A saucerful of secrets?". 2011 Elsevier Ltd.

[6]. فردین حسین زاده. مهدی پور اکبری کسمایی. "شبکه های smart grid و مزایای آن در شبکه های توزیع. توزیع نیروی برق شمال استان کرمان.

[7]. روزبه تمیزکار. سید علی محمد جوادیان. "استفاده از تکنولوژی smart grid به منظور پیک سازی در شبکه های توزیع دارای منابع تولید پراکنده". چهاردهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق.