

هو العليم



دانشگاه زنجان

دانشکده‌ی فنی و مهندسی

گروه مهندسی برق - قدرت

عنوان پروژه:

بهبود پروفیل ولتاژ در شبکه‌های توزیع هوشمند

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر رضا نوروزیان

گرد آورندگان:

محمد عینی

آرمان گنجی

پاییز 92

تشکر و سپاس :

خداوند بزرگ و بلند مرتبه را شاکرم که به این بنده اش نظر رحمت داشته و در پرتو الطاف

حضرت حق و توجهات حضرت ولی عصر (عج) ، به پایان تلاش و کوشش چندین ساله ام

رسیده ام. خداوند حکیم را سپاسگزارم که به من علم خواندن و نوشتن آموخت و به درجه ای از

آن رساند تا بتوانم به هم نوعان خود و بشریت خدمت کنم. امیدوارم بتوانم از دانشی که آموخته

ام جز در راه مشروع و شرافتمندانه استفاده ننموده ؛ و در راه خدمت به مردم و میهن اسلامی

عزیز آنطور که شایسته مقام رفیع انسانیت است ؛ سعی و تلاش نمایم.

از خانواده ام سپاسگذاری می کنم که در تمامی مراحل زندگی پشت و پناه من بوده و معنای

واقعی ایثار و فداکاری را به من آموختند.

از تمامی اساتید و معلمانی که در این مدت افتخار حضور در محضرشان را داشته ام که علم و

وقتشان را اختیار بنده قرار داده اند کمال تشکر را دارم.

در پایان تشکر ویژه ای دارم از حضور جناب آقای دکتر رضا نوروزیان ، دانشیار محترم گروه

مهندسی برق؛ که شاگردی ایشان افتخار بزرگی در زندگی برایم است ؛ و از درگاه خداوند

آرزوی موفقیت و سربلندی روز افزون را برایشان دارم . همچنین از سرکار خانم لیلا بیات به

خاطر راهنمایی هایشان که مرا در انجام هر چه بهتر این پروژه یاری دادند ، کمال تشکر را دارم.

محمد عینی

آرمان گنجی

پاییز 92

فهرست مطالب

6..... چکیده

8..... فصل اول : شبکه های هوشمند برق

9..... 1-1 مقدمه

9..... 2-1 تئوری شبکه های هوشمند

12..... 3-1 مزایای شبکه های هوشمند

15..... 4-1 توسعه شبکه های برق هوشمند در ایران

19..... 5-1 مشخصه های اصلی شبکه های هوشمند

21..... 6-1 کاربری های شبکه های برق هوشمند

25..... 7-1 پروژه های شبکه های برق هوشمند در دنیا

27..... فصل دوم :انواع و عوامل تغییرات ولتاژ

27..... 1-2 مقدمه

27..... 2-2 تغییرات کوتاه مدت

33..... 3-2 کمبود ولتاژ و قطعی ها

34..... 4-2 عوامل کمبودها و قطعی ها

39..... فصل سوم: اصول تنظیم ولتاژ

39..... 1-3 مقدمه

39..... 3-2 اصول تنظیم ولتاژ

40..... 3-3 تجهیزات تنظیم ولتاژ

46..... 4-3 بکارگیری خازنها برای تنظیم ولتاژ

3-5 کاربرد خازن در سوی مصرف کننده 49

3-6 جایابی بهینه خازن در شبکه های توزیع متقارن 54

3-7 روش جایابی بهینه خازن در شبکه های متقارن 55

3-8 فیدر با بار یکنواخت و توزیع شده یک شکل 61

3-9 اصول کار جبران کننده های استاتیک 65

3-10 کندانسورهای سنکرون 73

3-11 کنترل ولتاژ هماهنگ نوین در شبکه های توزیع کوچک توسط تولید پراکنده 76

3-12 روش کنترلی معتبر برای پشتیبانی ولتاژ توزیع شده روی شبکه ی هوشمند 91

فصل چهارم : نتایج شبیه سازی 112

4-1 مقدمه 112

4-2 نتیجه گیری 121

فصل پنجم : نتیجه گیری 123

5-1 فواید شبکه ی هوشمند 123

5-2 ویژگی های اصلی شبکه ی هوشمند 124

منابع و مآخذ 126

چکیده

افزایش روزافزون تقاضای انرژی برق و تلاش کارشناسان برای ارائه‌ی توان الکتریکی با کیفیت و

کمیت مطلوب، آنها را به چالش کشانده تا به فکریک راه حل باشند. در سالهای اخیر استفاده

از تکنولوژی شبکه های هوشمند راه حل خوبی بوده است. در این پروژه و در فصل اول به

بررسی سیستم های هوشمند برق و کاربری های آن پرداخته می شود. معایب سیستم شبکه

برق موجود در مقایسه با سیستم های برق هوشمند ارائه شده و مشخصه های اصلی شبکه های

هوشمند بر اساس قابلیت آنها توضیح داده می شود. کاربردی های این شبکه ها در مجموعه

های زیرساخت اندازه گیری پیشرفته، پاسخ به تقاضا، منابع تولید پراکنده و ذخیره سازی،

اتوماسیون توزیع، آگاهی فراگیر از موقعیت منطقه و حمل و نقل الکتریکی مورد بحث و بررسی

قرار می گیرند. و به بررسی تکنولوژی ها و بسترهای مخابراتی مورد نیاز پرداخته می شود.

در فصل دوم انواع پایداری و لتاژ بررسی و تعریف و درباره ناپایداری و لتاژ بحث می شود. در سال

های اخیر بیشتر محققین دینامیک سیستم های قدرت به این موضوع توجه کرده اند.

در فصل سوم مسائل اصلی تنظیم و لتاژ و وسایلی که برای تصحیح آن بکار می رود شناسایی

می شوند. شرکت های برق همواره تلاش می کنند که و لتاژ اعمالی به مصرف کننده را تحت

ولتاژ نامی با تغییرات مجاز $\pm 5\%$ درصد تأمین نمایند. در حالت های اضطراری، برای مدت زمان

کوتاه، استاندارد ANSI شماره C84.1 مجاز می دارد که و لتاژ تحویلی در محدوده $+6\%$ درصد

و -13% درصد و لتاژ نامی تغییر نماید. در ادامه ی این فصل به بررسی آثار تولید پراکنده و روش

های هماهنگ منترل و لتاژ در شبکه های هوشمند توسط واحد های پایانه دور دست RTU

و همچنین روش کنترلی معتبر برای پشتیبانی و لتاژ توزیع شده روی شبکه ی هوشمند می

پردازیم

در فصل چهارم نتایج شبیه سازی را مبتنی بر قسمت روش کنترلی معتبر برای پشتیبانی ولتاژ توزیع شده روی شبکه ی هوشمند بررسی می کنیم و نهایتا در فصل پنجم به نتیجه گیری از

پروژه خواهیم پرداخت

پایان نامه کارشناسی



پایان نامه کارشناسی

فصل اول : شبکه های هوشمند برق



در این فصل به بررسی سیستم های هوشمند برق و کاربری های آن پرداخته می شود. معایب

سیستم شبکه برق موجود در مقایسه با سیستم های برق هوشمند ارائه شده و مشخصه های

اصلی شبکه های هوشمند بر اساس قابلیت آنها توضیح داده می شود. کاربری های این شبکه ها

در مجموعه های زیرساخت اندازه گیری پیشرفته، پاسخ به تقاضا، منابع تولید پراکنده و

ذخیره سازی، اتوماسیون توزیع، آگاهی فراگیر از موقعیت منطقه و حمل و نقل الکتریکی مورد

بحث و بررسی قرار می گیرند. بررسی تکنولوژی ها و بسترهای مخابراتی مورد نیاز می پردازیم.

در پایان وضعیت پروژه های اجرایی شبکه های برق هوشمند در ایران و سایر کشورهای دنیا

مورد بحث قرار می گیرد

1-2 تئوری شبکه های هوشمند

شبکه های هوشمند راه حلی برای برآورده سازی انرژی مورد تقاضا صنایع و حداقل سازی و

کاهش اثراتی که بشر بر روی محیط در ارتباط با تولید انرژی دارد. برای سمت مصرف کننده

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 سایبی و تصمیم گیری هوشمندانه و ارائه اطلاعات دقیق از وضعیت شبکه

است.

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 دیجیتالی 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 2008 معرفی گردید و

شهر بالدرا 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

شبکه های هوشمند توزیع نیرو، شبکه های به هم پیوسته دو سویه ای می باشند که در آن

اطلاعات نقش بنیادی در فرایند توزیع انرژی ایفا می نماید.

توزیع هوشمند نیرو سامانه های مبتنی بر ترکیب فناوری اطلاعات و ارتباطات با توانمندی های

پردازشی رایانه ها و سیستم های الکتریکی می باشد. ارتقا سیستم های کنونی سخت افزاری

غیر هوشمند به شبکه های دو سویه توزیع شده کارآمد و اقتصادی که در آن بهره وری سرمایه

گذاری های انجام شده در صنعت برق به طرز چشمگیری بالا می رود، از اهداف اصلی هوشمند

سازی شبکه می باشد. بالا رفتن ضریب اطمینان و پایداری شبکه از اهداف دیگر بکارگیری این

فناوری می باشد. بطور خلاصه نیازمندی های زیر لزوم تغییرات بنیادی را باعث گردیده است:

- شبکه توزیع خودبازیاب "Self Healing Grids"

• شبکه ای با ضریب اطمینان بالا و داشتن امنیت ذاتی در کلیه سطوح

• کنترل غیر متمرکز و فراگیر با استفاده از گسترده از حسگرها و لوازم اندازه گیری

- شبکه توزیع نیروی برق کم هزینه " Economical Grids"

• استفاده بهینه از دارایی های با ارزش با بکارگیری مفهوم پاسخ به درخواست "Demand Response"

• توزیع غیر سلسله مراتبی تولید نیروی برق و بهره‌گیری از تولید پراکنده نوعاً توسط مصرف کنندگان

• اتوماسیون گسترده و کاهش دخالت عامل انسانی
در سامانه توزیع هوشمند نیروی برق " شبکه های هوشمند " نه تنها داده ها به صورت دوسویه از شبکه به مشترک و بالعکس منتقل می گردد، بلکه جریان انرژی نیز دو سویه می گردد و شبکه می تواند بالقوه متشکل از هزاران تولید کننده و فروشنده خرد برق

"Electricity Retailer" باشد. این فروشندگان از طریق منابع تجدیدپذیر انرژی

"Reusable Energy Sources" مانند سلول های خورشیدی، گرمای زمین و یا از طریق

ذخیره انرژی در ساعات و یا ایام کم بار (و البته ارزان) و فروش آن در ساعات پربار (و صد البته گران) وارد بازار خرده فروشی برق شوند. لذا در شبکه های هوشمند با دو شبکه جدید آشنا می شویم:

• ریز شبکه توزیع برق "Micro grids"

• شرکت توزیع برق مجازی "Virtual Utility" (و یا بازار مجازی برق) "Virtual

Electricity Market"

بازار مجازی برق در واقع مفهومی مشابه مدل اینترنتی است که در آن انرژی از هر منبعی صرفنظر از شیوه تولید، خواه ژنراتورهای سنتی یا منابع تجدیدپذیر انرژی باشند، عرضه و در هر نقطه دلخواهی در شبکه به مصرف می رسد. بدیهی است تحقق چنین آرمانی بدون بهره گیری

از فناوری های پیشرفته اطلاعات و ارتباطات (ICT) میسر نمی گردد.

نصب و راه اندازی سنسورهای هوشمند بر روی تمام عناصر کلیدی شبکه توزیع و برقراری

شبکه ارتباط دو سویه، ادغام و هماهنگسازی سامانه AMI با سایر نرم افزارهای کاربردی مرکز

درگاه "Portal" خدمات رسانی مشترکین (OfficeBack-end)، درگاه "OfficeFront-end" و سامانه ها Enterprise Resource Planning و خدمات صوتی به مشترکین، نصب سیستم

های نرم افزاری تشخیص خرابی بلادرنگ، تنظیم بار، قطع و وصل جریان برق بصورت انبوه در عین حال انتخابی، همسویی و ادغام با شبکه های کنترل بلادرنگ توزیع و فوق توزیع مانند

SCADA و تبادل اطلاعات در راستای تعامل کامل در شبکه از جمله فعالیت های اصلی

جهت برپایی شبکه کامل توزیع هوشمند نیروی برق می باشد. بکارگیری و خرید انرژی از تولیدکنندگان خرد نوعاً مبتنی بر انرژی های تجدید پذیر و منابع ذخیره فراگیر (مانند انرژی ذخیره شده در خودروهای الکتریکی در ساعات اوج مصرف) و نیروگاه های ترکیبی نیرو و گرما

و برقراری ارتباط دو سویه داده ای و انرژی با این تولید کنندگان از مصادیق دیگر شبکه

هوشمند خواهد بود.

1-3 مزایای شبکه های هوشمند

به طور خلاصه مزایای شبکه های هوشمند به شرح ذیل است :

- پیک سایی 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 دیماندر

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

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 مشترکین را که خارج از سرویس هستند، را 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 و بصورت **real time**

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

- تشخیص از راه دور قطع و وصل شبکه

- کمک به حفاظت محیط زیست به طریق تجمیع و متنوع نمودن منابع انرژی و مدیریت

آلاینده ها و دی اکسید کربن

منافع شبکه توزیع هوشمند برای مشترکین

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

فصل پنجم: نتیجه گیری

بسیاری از مردم می پرسند، "شبکه هوشمند چیست؟" بسیاری در تلاش هستند تا مفهوم آن را در یک جمله بگنجانند. واقعیت این است که نمیتوان شبکه هوشمند را در یک جمله تعریف کرد. شبکه هوشمند یک شی نیست که آنرا یک جمله، توان معنا بخشیدن باشد. بلکه یک چشم انداز در حال تکامل است، این چشم انداز شامل شبکه هوشمند، شبکه های مدرن،

استقرار شبکه هوشمند، AMI، اندازه گیری های هوشمند، شبکه برق، هوشمند شبکه برق، برق، شبکه برق،

بیان میشود. فواید شبکه هوشمند، ویژگیهای شبکه هوشمند و چالشهای آن باید مورد بررسی قرار گیرد.

1-5 فواید شبکه ی هوشمند

تبدیل شبکه فعلی به شبکه هوشمند نیاز به سرمایه گذاری های جدید توسط سرمایه گذاران

دارد. این سهامداران انتظار مقدار قابل توجهی در بازگشت سرمایه خود را دارند درک این که

چگونه این ارزش ایجاد خواهد شد، یک گام مهم در تعریف چشم انداز است. انتظارات از شبکه

هوشمند زیاد خواهد بود و این انتظارات از طریق پیشرفت در هر یک از شش مناطق ارزش زیر

توضیح داده شده تحقق میابد:

باید آن را قابل اعتماد تر باشد: یک شبکه قابل اعتماد میتواند هر کجا و هر زمان توان مصرف

کننده خود را با توجه به کیفیت در خواستی مصرف کننده تامین کند باید امن تر باشد: یک

شبکه امن در برابر حملات فیزیکی و سایبری بدون خاموشی های گسترده و یا هزینه های

بازیابی گزاف عمل میکند. نیز کمتر در معرض بلایای طبیعی است و به سرعت بهبود یابد.

باید اقتصادی تر باشد: شبکه های اقتصادی تحت قوانین پایه عرضه و تقاضا، و در نتیجه قیمت

باید کارآمدتر باشد: شبکه هوشمند با اتخاذ استراتژی مناسب منجر به کنترل هزینه، حداقل

انتقال و کاهش تلفات توزیع، تولید قدرت کارآمد، بهره برداری بهینه را در حالی فراهم می کند

که مصرف کنندگان امکان انتخاب برای مدیریت مصرف انرژی خود را دارند. باید سازگار با

محیط زیست باشد: اثرات زیست محیطی شبکه های نا سازگار با محیط زیست را کاهش می

دهد .

5-2 ویژگی های اصلی شبکه ی هوشمند

شبکه هوشمند امور مالی و اطلاعاتی و توان الکتریکی را به هم مرتبط ساخته و مصرف کننده

را نیز هر چه بیشتر در تصمیم گیری ها مشارکت میدهد

قابلیت های آن توسط هفت ویژگی های اصلی زیر تعریف می شود:

اول، مشارکت فعال توسط مصرف کنندگان را ایجاد میکند . شبکه هوشمند به مصرف کنندگان

اطلاعات ، کنترل ، و گزینه هایی برای مدیریت بار با توجه به "بازارهای برق" میدهد. بهره

برداران شبکه ، مصرف کنندگان حاضر را به عنوان منابع تولید مجازی در عملیات روزانه در نظر

میگیرند . مصرف کنندگان آگاهانه مصرف خود را بر اساس قیمت تغییر میدهند.

دوم، تطبیق همه گزینه های ذخیره و تولید : با یک پروتکل مشترک اطلاعات تمامی منابع

ذخیره انرژی و تولید انرژی را جمع میکند و سپس به کنترل بهینه میپردازد

سوم، تولیدکننده های جدید، خدمات، و بازار فعال میکند. شبکه هوشمند، خریداران و فروشندگان با یکدیگر لینک میکند. شبکه هوشمند، عملیات بازار سازگار را در سراسر مناطق

پشتیبانی می کند.

چهارم، کیفیت توان را برای اقتصاد دیجیتالی فراهم میکند. با نظارت، تشخیص، و پاسخ به

کاستی های کیفیت توان، کاهش چشمگیر در زیان کسب و کار مصرف کنندگان را سبب

پنجم، بهینه سازی کارایی و استفاده عملکرد شبکه. شبکه هوشمند با شناسایی فاکتور های بار،

و مهندسان این امکان را میدهد که بدانند چه بسازند و کی بسازند، بهترین زمان برای تعمیرات

چه موقع است و به طور کلی هزینه گسترش، تعمیر و نگهداری را با استفاده از اطلاعات موجود

کاهش دهند

ششم، پیش بینی و پاسخ به اختلالات سیستم^{۱۴}: با انجام مداوم خود-ارزیابی به شناسایی و

تجزیه و تحلیل میپردازد تا منجر به خود شفایی شود. با انجام اقدامات اصلاحی خطا را کاهش و

در صورت نیاز، به سرعت به باز گرداندن قسمتهای شبکه یا بخشی از شبکه میپردازد. نیز

مشکلات بیش از حد بزرگ و یا خیلی سریع برای مداخله اپراتور را اداره می کند.

و در نهایت، شبکه هوشمند به صورت بلادرنگ در برابر حملات و بلایای طبیعی عکس العمل

نشان داده آسیبهای وارده را به حداقل ممکن میرساند.

¹⁴ self-healing

منابع و مأخذ:

[1] کراری ، مهدی " بررسی و دینامیک سیستم های قدرت " - انتشارات دانشگاه امیر کبیر

1391

[2] شانکار کندور، پرابها " پایداری و کنترل سیستم های قدرت " ترجمه دکتر حسین سیفی

[3] Mohamed E.Elkhatib, Ramaden El-Shatshat "Novel Cordinated

Voltage Control For Smart Grids", IEEE Transactions, vol 2 , No 4,

December 2011

[4] Katrine M.Rogers, Ray Klump, "An Authenticated Control Framework For Distributed Voltage Support On Smart Grid" IEEE

Transactions, vol 1, No 1, June 2010

[5]H. Farhangi, "The Path of the Smart Grid, "IEEE Power and Energy, vol. 8, no. 1, pp. 18-28, 2010.

[6] P. Tan, M. Steinbach, and V. Kumar, *Introduction to Data Mining.*

Reading, MA: Addison-Wesley, 2006.

[7] T. Ackermann, G. r. Andersson, and L. Söder, "Distributed

generation:

A definition," *Elect. Power Syst. Res.*, vol. 57, pp. 195–204, 2001.

[8] M. H. J. Bollen and A. Sannino, "Voltage control with inverter-based distributed generation," *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 20, pp. 519–520, 2005

[9] A. Ghassemi, S. Bavarian, and L. Lampe, "Cognitive Radio for Smart Grid Communications", *IEEE International Conference on Smart Grid Communications (SMARTGRIDCOMM)*, pp. 297-302, October 2010 .