



دانشگاه زنجان

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی مهندسی برق

پخش بار در شبکه های توزیع به روش جاروب رفت و برگشتی

حامد پورجم

استاد راهنما

جناب آقای دکتر جلیل زاده

تابستان ۱۳۹۵

فهرست مطالب	صفحه
عنوان	صفحه
فصل اول فصل اول	۱۱
مقدمه	۱۱
فصل دوم	۵
مفهوم پخش بار در شبکه های توزیع سراسری انرژی	۵
فصل سوم	۹
پخش بار شبکه های توزیع شعاعی به روش جاروب رفت و برگشتی	۹
۱-۳- مقدمه	۱۰
۲-۳- معادلات ولتاژ برای شبکه های توزیع	۱۱
۳-۳- پخش بار رفت و برگشتی (پسرو-پیشرو)	۱۳
۱-۳-۳- محاسبه توان گره ها	۱۴
۲-۳-۳- جاروب پس رو برای جمع کردن توان شاخه ها	۱۵
۳-۳-۳- جاروب پیش رو برای بروز کردن ولتاژ گره ها	۱۵
۴-۳-۳- محاسبه عدم تطابق ولتاژ	۱۶
فصل چهارم	۱۷
دیگر روش های پخش بار	۱۷
۱-۴- روش تکراری گوس با استفاده از ماتریس Y_{bus}	۱۸
۲-۴- روش تکراری گوس- سایدل با استفاده از ماتریس Y_{bus}	۲۰
۳-۴- روش نیوتون رافسون با استفاده از ماتریس Y_{bus}	۲۱

.....	۲۵
.....	۲۶
.....	۲۷
.....	۲۷
.....	۲۸
.....	۲۹
.....	۳۱
.....	۳۴
.....	۳۵
.....	۳۷
.....	۳۸

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	
فهرست اشکال	
دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	
عنوان	صفحه
مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	فصل ۱
گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	فصل ۲
برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	فصل ۳
آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	شکل (۱-۳) سیستم توزیع دو شینه..... ۱۱
پروژه برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	فصل ۴
برق و انشعاب زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	فصل ۵
دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	شکل (۱-۵) شبکه ۳۳ باسه IEEE..... ۲۸
زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	شکل (۲-۵) شبکه ۳۳ باسه نمونه در محیط نرم افزار DIGSILENT..... ۳۳
دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	
مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	
گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	
برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	
آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	
آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	
پروژه برق و انشعاب زنجان	
برق و انشعاب زنجان	
دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	
زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشعاب زنجان	

فصل اول

مقدمه

تحلیل یک شبکه قدرت شامل مطالعه آن در شرایط بهره برداری نرمال و پایدار (تحلیل پخش بار) و همچنین مطالعه آن در شرایط اتصال کوتاه (تحلیل اتصال کوتاه) می باشد. پخش بار یک ابزار ضروری و اساسی برای تحلیل حالت پایدار هر سیستم قدرت است. هدف اصلی از پخش بار پیدا کردن ولتاژ شین های مختلف می باشد که با کمک این ولتاژها می توان شارش توان های اکتیو و راکتیو در خطوط مختلف را برای

یک شرایط بارگذاری مشخص بدست آورد. تقریباً در همه موضوعات مربوط به توسعه، بهره برداری و مدیریت شبکه های قدرت از قبیل کاهش تلفات، کنترل ولتاژ، برنامه ریزی توان راکتیو، خازن گذاری، تحلیل امنیت و ... پخش بار جزء اولویت های اصلی می باشد.

تحلیل پخش بار همان مفهوم حل یک شبکه الکتریکی را دارد با این تفاوت که در اینجا شبکه الکتریکی، یک سیستم قدرت می باشد و معادلات آن غیرخطی می باشند. در تحلیل شبکه های الکتریکی همواره سعی

بر پیدا کردن یکی از کمیت های ولتاژ (تحلیل گره) یا جریان (تحلیل مش) می باشد و با توجه به روابطی که این دو کمیت با هم دارند مشخص شدن یکی از آنها به مشخص شدن دیگری می انجامد. در تحلیل حالت مانا مدارات الکتریکی خطی، معادلات بصورت خطی خواهد بود. در شبکه های قدرت نیز پخش بار از آن جهت که دو کمیت اصلی این شبکه ها یعنی ولتاژ و جریان را تعیین می کند از اهمیت بالایی برخوردار است.

از نگاه مداری، پخش بار یک شبکه قدرت تحلیل حالت مانای آن می باشد با این تفاوت که در این حالت معادلات بدست آمده غیر خطی بوده و باید با کمک روشهای تکرار حل شود. غیر خطی بودن معادلات در این حالت از آنجا نتیجه می شود که برخلاف مدارات الکتریکی که شامل یک یا چند منبع با جریان یا ولتاژ مشخص می باشد، در شبکه های قدرت تنها توان مصرفی یا تولیدی منابع و مصرف کنندگان مشخص می باشد. رابطه غیر خطی که توان این منابع یا مصرف کنندگان با جریان و ولتاژ آنها دارد باعث غیر خطی شدن معادلات خواهد شد. از طرفی دیگر با مشخص بودن توان هر شین، ولتاژ و جریان آن به همدیگر وابسته خواهند شد و در نتیجه محاسبه هر یک از آنها نیازمند یک الگوریتم تکرار خواهد بود. یکی دیگر از تفاوت های

پخش بار شبکه های قدرت و تحلیل مدارات الکتریکی این است که از آنجا که تغییرات ولتاژ در این شبکه ها محدود می باشد و جریان تغییرات وسیعی دارد، معمولاً در تحلیل پخش بار ولتاژ شین ها بعنوان متغیرهای شبکه انتخاب خواهند شد و معادلات بر اساس آنها نوشته می شود. البته اخیراً روشهایی برای پخش بار شبکه های قدرت ارائه شده است که از جریان های تزریقی شین ها بعنوان متغیرهای شبکه استفاده می کند.

شبکه های قدرت شامل سه بخش تولید، انتقال و توزیع می باشد. از دیدگاه پخش بار، بخش تولید بعنوان منابع قسمت انتقال مدل خواهد شد اما از نظر ساختاری و توپولوژی شبکه انتقال و توزیع تفاوتی با هم دارند که باعث شده که روشهای پیشنهاد شده برای پخش بار این دو بخش متفاوت باشند. ساختار قسمت انتقال حلقوی بوده اما ساختار شبکه توزیع بصورت شعاعی می باشد.

این شبکه شعاعی شامل پست های توزیع بوده که هر کدام از آنها چند فیدر فشار ضعیف را تغذیه می کنند. هر فیدر فشار ضعیف نیز یک بخش از یک شهر یا روستا را تغذیه می کند. با توجه به ساختار شعاعی و ساده این فیدرها پخش بار آنها تا حدود زیادی از شبکه های انتقال ساده تر می باشد اما در فیدرهای بارهای نامتعادل این سادگی از بین خواهد رفت و پخش بار باید بصورت سه فاز انجام شود. معمولاً می توان مسئله پخش بار هر یک از فیدرها را بصورت مستقل و با فرض کردن شین پست توزیع بعنوان شین مرجع گروه حل کرد.

مسئله پخش بار یکی از مسائل مهم در زمینه های طراحی و بهره برداری سیستم های توزیع می باشد. در هنگام طراحی، از مسئله پخش بار جهت اطمینان از برآورده شدن استانداردهای مربوط به محدوده های ولتاژی بخش های مختلف شبکه در دست طراحی در حال حاضر و آینده، استفاده می گردد. در هنگام بهره برداری نیز مسئله پخش بار جهت اطمینان از در محدوده مجاز بودن ولتاژ به کار گرفته می شود. علاوه بر استفاده مستقیم، در بسیاری از بررسی های دیگر نیز مسئله پخش بار به عنوان یک زیر مسئله مورد استفاده

نتیجه گیری

همانگونه که اشاره شد یکی از موارد کاربردهای مسئله پخش بار، در هنگام طراحی و بهره برداری چه در سطح

فشار ضعیف و فشار متوسط است. از مواردی که لازم است در هنگام طراحی یک شبکه لحاظ شوند می توان به

میزان افت ولتاژ، جریان عبوری از هر خط و تلفات کل شبکه اشاره کرد، جهت به دست آوردن این مقادیر لازم است

که در مسئله پخش بار در مورد شبکه مورد طراحی، حل شده و موارد مذکور به به دست آیند.

نوع توپولوژی شبکه و نوع بارها نقش اساسی و مهمی در انتخاب روش پخش بار مناسب برعهده دارد. به روش

جاروب رفت و برگشت می توان در شبکه های توزیع شعاعی با تکیه بر روش ساده و قابل برنامه نویسی آن، بسیار

ساده تر از روش های مبتنی بر Y_{bus} ، عملیات پخش بار را انجام داد. لذا الویت ما در پخش بار شبکه های توزیع،

استفاده از روش جاروب رفت و برگشتی می باشد.

مراجع

[1]Golkar M.A, "A new method for load flow study of radial distribution systems", international symposium on Electric power engineering, Stockholm power tech (IEEE),PP.733-737,Stockholm-sweden, June1995

[2]U. Eminoglu, M.H.Hocaoglu, "Distribution Systems Forward/Backward Sweep-based Power Flow Algorithms: A Review and Comparison Study, Electric Power Components Systems"

[۳]مسعود علی اکبر گلکار "طراحی و بهره برداری از سیستم های تولید انرژی"، برق نیرو-انتقال /

انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی /۱۳۸۷

[4]A.Bagheri, R.Noroozian, A.jalilvand, S.Jalilzadeh, " Voltage and Reactive Power Control in Distribution systems in the present of Distributed Generation", International Review on Modeling & Simulations, April 2012, vol5, Issue 2, PP.528.

[5]Stot.B, "Decoupled newton load flow", IEEE Transaction on Power & Aparatus, vol2-pas 91 PP 1955-87 1972

[۶]محمد جعفریان، زهرا مديحي بيدگلي، همایون برهمندپور، " توسعه ی پسر- پیشرو جهت انجام پخش بار در شبکه های توزیع ازدوسو تغذیه"، بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق، تهران، ۱۳۹۰.

[7]W.F.Tinney, "compensation method for network solutions by Triangular factorization", proc. of pica conference, Boston, mass, may 24-26 ,1977

[8]Borkowsk,B, " probabilistic load flow", IEEE Trans pas-93,pp.752-759,1974

[9]Ou Ting-Chia, and Lin Whei-Min, "A novel Z-matrix algorithm for distribution power flow solution", Power Tech, 2009 IEEE Bucharest , 2009, pp. 1-8.

[10]Allan,R.N,and Al-shakarchi,M.R.G, "probabilistic a. a. load flow", proc. IEE .vol-123,(6),PP,531-539,1976

[11]Stot.B and O.Alsac," fast decoupled load flow" IEEE Transaction on Power & Aparatus, vol3-pas 83 PP 259-822 1979

[12] محمد جعفریان، زهرا مدیحی بیدگلی، همایون برهمندیپور، " مدل سازی شینه های کنترل ولتاژ در روش پخش بار پسرو- پیشرو " بیست و ششمین کنفرانس بین المللی برق، تهران، ۱۳۹۰.

[13]Dapazo.J.f ,Kliten, O.A.and sasson A.M," Stochastic load flows" IEEE trans.vol.pas-89,pp202-309, April 1980

[14]W. El-Khattam, Y.G. Hegazy, M. M. A. Sdama, "Stochastic Power Flow Analysis of Electrical Distributed Generation Systems" IEEE Conference 2003.

[15]Augugliaro A., Dusonchet L., Ippolito M. G., and RivaSanseverino E., "A new method for the load flow solution weakly meshed distribution systems" International Power Distribution Congress CIDEL Argentina2002, 2002.