



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه ی کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان:

مطالعه اثر تولید پراکنده بر جریان اتصال کوتاه

استاد راهنما:

دکتر مظلومی

نگارش:

ندا اوصالی

آبان ۱۳۹۶

فهرست مطالب

فصل ۱: بررسی انواع اتصال کوتاه در سیستم های قدرت	۱
۱-۱- تعریف اتصال کوتاه	۲
۱-۲- انواع اتصال کوتاه	۳
۱-۲-۱- اتصال کوتاه متقارن	۳
۱-۲-۲- اتصال کوتاه نامقارن	۳
۳-۱- بررسی مدار سری RL در حالت گذرا	۴
۴-۱- اتصال کوتاه در ماشین سنکرون بی بار	۶
۵-۱- تاثیر مؤلفه ی DC بر جریان اتصال کوتاه	۹
۶-۱- کاربرد Z_{bus} در محاسبات اتصال کوتاه متقارن	۱۰
۷-۱- معرفی مؤلفه های متقارن	۱۲
۱-۷-۱- بررسی وجود مؤلفه های توالی صفر	۱۶
۲-۷-۱- رابطه ولتاژها و جریانهای خطی و فازی	۱۸
۸-۱- امپدانس های توالی	۲۰
۹-۱- شبکه های توالی	۲۳
۱۰-۱- شبکه های توالی ژنراتور سنکرون بی بار	۲۳
۱۱-۱- امپدانس های توالی در خطوط انتقال و ترانسفورماتورها	۲۷
۱۲-۱- شبکه های توالی مثبت و منفی	۲۸
۱۳-۱- شبکه های توالی صفر	۲۸
۱۴-۱- کاربرد مؤلفه های متقارن در محاسبات اتصال کوتاه نامتقارن	۳۲
۱۵-۱- اتصال کوتاه یک فاز به زمین (SLG) در ژنراتور بی بار	۳۲
۱۶-۱- اتصال کوتاه دوفاز به یک دیگر در ژنراتور بی بار	۳۵
۱۷-۱- اتصال کوتاه دوفاز به زمین (DLG) در ژنراتور بی بار	۳۸
۱۸-۱- اتصال کوتاه نامتقارن در سیستم های قدرت	۴۲
۱-۱۸-۱- اتصال کوتاه یک فاز به زمین در سیستم قدرت	۴۲
۲-۱۸-۱- اتصال کوتاه دو فاز به یکدیگر در سیستم قدرت	۴۳
۳-۱۸-۱- اتصال کوتاه دوفاز به زمین در سیستم قدرت	۴۵
۱۹-۱- تحلیل اتصال کوتاه نامتقارن با استفاده از ماتریس Z_{bus}	۴۶
فصل ۲: معرفی تولیدات پراکنده و اثرات آنها	۴۷
۱-۲- مقدمه	۴۸
۲-۲- تعریف تولید پراکنده	۴۹

۵۰	اهداف استفاده از تولید پراکنده
۵۰	علل رویکرد به منابع تولید پراکنده
۵۱	مزایای استفاده از تولید پراکنده
۵۲	مزایای اقتصادی DG از دید مشترکین
۵۲	مزایای اقتصادی DG از دید شرکت توزیع الکتریکی
۵۳	معایب استفاده از تولیدات پراکنده
۵۳	مشکلات و موانع توسعه ی تولیدات پراکنده
۵۴	راهکارهایی جهت کاهش موانع تولید پراکنده
۵۴	راهکارهای کاهش موانع قانونی
۵۵	راهکارهای کاهش موانع فنی
۵۵	راهکارهای کاهش موانع تجاری
۵۵	انواع سیستم های تولید پراکنده
۵۶	ماشین حرارتی داخلی (ICE)
۵۶	میکرو توربین
۵۷	پیل سوختی
۵۷	توربین بادی
۵۹	فتوولتائیک
۵۹	زمین گرمایی
۵۹	نیروگاه زمین گرمایی با سیال دو فاز
۶۰	نیروگاه زمین گرمایی با سیال تک فاز
۶۰	چرخ لنگر
۶۰	بیوماس

فصل ۳: شبیه سازی

۶۲

۱-۳- شبکه توزیع با DG

۶۳

فصل ۴: نتیجه گیری

۷۱

مراجع

۷۳

فهرست اشکال

- شکل (۱-۱) مدار سری RL..... ۵
- شکل (۲-۱) منحنی تغییرات جریان در مدار سری RL..... ۶
- شکل (۳-۱) تغییرات جریان اتصال کوتاه متقارن در ژنراتور سنکرون بسیار..... ۷
- شکل (۴-۱) تغییرات مقدار مؤثر جریان اتصال کوتاه و تقریبهای پلهای آن..... ۸
- شکل (۵-۱) تغییرات راکتانس محور مستقیم و تقریب های پله ای آن..... ۹
- شکل (۶-۱) اتصال کوتاه متقارن در شین P..... ۱۰
- شکل (۷-۱) مؤلفه‌های سیستمهای توالی مثبت، منفی و صفر..... ۱۳
- شکل (۸-۱) ولتاژهای اصلی سیستم و مؤلفه‌های آنها..... ۱۳
- شکل (۹-۱) نمایش بردارهای a ، a^2 و a ۱۴
- شکل (۱۰-۱) دیاگرام بردارهای جریانها و ولتاژها در سیستم توالی مثبت..... ۱۹
- شکل (۱۱-۱) دیاگرام بردارهای جریانها و ولتاژها در سیستم توالی مثبت..... ۲۰
- شکل (۱۲-۱) قسمتی از سیستم قدرت با سه امیدانس نامتعادل..... ۲۰
- شکل (۱۳-۱) مدار معادل سهفاز ژنراتور سنکرون..... ۲۴
- شکل (۱۴-۱) مسیر مولفه های توالی جریان و شبکه های توالی مربوط..... ۲۶
- شکل (۱۵-۱) شبکه های توالی صفر اتصال های ستاره و مثلث..... ۲۹
- شکل (۱۶-۱) شبکه های توالی صفر ترانسفورماتورها..... ۳۱
- شکل (۱۷-۱) نمایش اتصال کوتاه یک فاز به زمین در ژنراتور بسیار..... ۳۳
- شکل (۱۸-۱) اتصال شبکه‌های توالی در اتصال کوتاه یک فاز به زمین در ژنراتور بسیار..... ۳۵
- شکل (۱۹-۱) نمایش اتصال کوتاه دوفاز به یکدیگر در ژنراتور بسیار..... ۳۶
- شکل (۲۰-۱) اتصال شبکه‌های توالی در اتصال کوتاه دو فاز به یکدیگر در ژنراتور بسیار..... ۳۸
- شکل (۲۱-۱) اتصال کوتاه دو فاز به زمین در ژنراتور بسیار..... ۳۹
- شکل (۲۲-۱) اتصال شبکه‌های توالی در اتصال کوتاه دو فاز به زمین در ژنراتور بسیار..... ۴۱
- شکل (۲۳-۱) نمایش اتصال کوتاه یک فاز به زمین در سیستم قدرت..... ۴۲
- شکل (۲۴-۱)..... ۴۳
- شکل (۲۵-۱) نمایش اتصال کوتاه دوفاز به یکدیگر در سیستم قدرت..... ۴۴
- شکل (۲۶-۱) اتصال شبکه‌های توالی در اتصال کوتاه دوفاز به یکدیگر..... ۴۴
- شکل (۲۷-۱) نمایش اتصال کوتاه دوفاز به زمین در سیستم قدرت..... ۴۵
- شکل (۲۸-۱) اتصال شبکه‌های توالی در اتصال کوتاه دوفاز به زمین..... ۴۶
- شکل (۱-۲) ساختار سیستم های قدرت با وجود منابع DG..... ۴۹
- شکل (۱-۳) سیستم توزیع با یک ژنراتور سنکرون در انتها..... ۶۳
- شکل (۲-۳) اتصال کوتاه در فیدر ۱..... ۶۴
- شکل (۳-۳) اتصال کوتاه در فیدر ۲..... ۶۴

فهرست جداول

جدول ۱-۱: ضریب تاثیر مولفه ی DC بر جریان اتصال کوتاه..... ۹

جدول ۱-۳: ولتاژهای فاز بعد از خطا در فیدر ۱..... ۶۶

جدول ۲-۳: جریانهای خط بعد از خطا در فیدر ۱..... ۶۷

جدول ۳-۳: ولتاژهای فاز بعد از خطا در فیدر ۲..... ۶۸

جدول ۳-۴: جریانهای خط بعد از خطا در فیدر ۲..... ۶۹

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
۱-۱- تعریف اتصال کوتاه:

بر خورد ناگهانی یک فاز به زمین یا فازها به هم را اتصال کوتاه^۱ می گویند. جریانی که بلافاصله پس از وقوع اتصال کوتاه در ماشین سنکرون به وجود می آید با جریان عبوری پس از چند سیکل و یا جریان حالت ماندگار اتصال کوتاه کاملا متفاوت است و علت آن تأثیر عکس العمل آرمیچر در ماشین است که در لحظه وقوع اتصال کوتاه وجود ندارد و به تدریج در ماشین پدید می آید. انواع اتصال کوتاه ها و باز شدن خطوط انتقال از مهم ترین خطاها در سیستم های قدرت محسوب می شوند.
علل پیدایش خطاها عبارتند از:

- ۱- صاعقه
- ۲- سالم نبودن تجهیزات و لوازم سیستم
- ۳- شرایط جوی مانند باران، باد، یخبندان شدید و ...
- ۴- برخورد وسائل نقلیه زمینی با دکل ها، و برخورد وسائل نقلیه هوایی با هادی های خطوط انتقال
- ۵- سقوط درختان بر روی هادی های خط انتقال
- ۶- برخورد پرندگان با هادی های خطوط انتقال و یا ورود حیوانات به پست ها و کلیدخانه ها
- ۷- عوامل تصادفی و اتفاقات غیرقابل پیش بینی

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
Short circuit

۲. اتصال کوتاه یک فاز به زمین^۱؛

۳. از هم گسیختگی و یا پاره شدن هادی‌های خط انتقال^۲؛

اغلب اتصال کوتاه‌ها در سیستم‌های قدرت (بیش از ۷۵٪) از نوع اتصال کوتاه یک فاز به زمین می‌باشند

که معمولاً بر اثر شکست الکتریکی و ایجاد جرقه روی مقرها پدید می‌آیند. احتمال وقوع اتصال کوتاه دوفاز نیز بیشتر از اتصال کوتاه متقارن می‌باشد. گرچه احتمال وقوع اتصال کوتاه متقارن بسیار کم (حدود

۵٪) می‌باشد، لیکن از آنجایی که بدترین وضعیت را برای سیستم به وجود می‌آورد، بسیاری از محاسبات

کلاسیک نظیر انتخاب کلیدهای قدرت، بررسی پایداری گذرا و ... بر مبنای جریان‌های اتصال کوتاه متقارن بنا شده‌اند.

علاوه بر کاهش ظرفیت انتقال قدرت، جریان‌های زیاد اتصال کوتاه می‌توانند به وسایل و تجهیزات سیستم

آسیب بزنند، و لذا محل‌های اتصال کوتاه شده در اسرع وقت باید از سیستم جدا شوند. بنابراین مطالعه

سیستم قدرت در شرایط اتصال کوتاه برای حفاظت سیستم و تعیین مقادیر نامی کلیدهای قدرت و رله‌ها کاملاً ضروری می‌باشد.

بسیاری از اتصال کوتاه‌ها موقتی بوده و خودبه‌خود برطرف می‌شوند. به همین منظور در عمل در بعضی

نقاط سیستم از کلیدهای وصل مجدد^۳ استفاده می‌شود. این کلیدها پس از وقوع اتصال کوتاه یک یا دو

بار وصل می‌شوند تا از برطرف شدن اتصال کوتاه مطمئن شوند. اگر پس از یک یا دوبار وصل مجدد، هنوز اتصال کوتاه برقرار باشد، کلید به طور دائمی باز خواهد ماند.

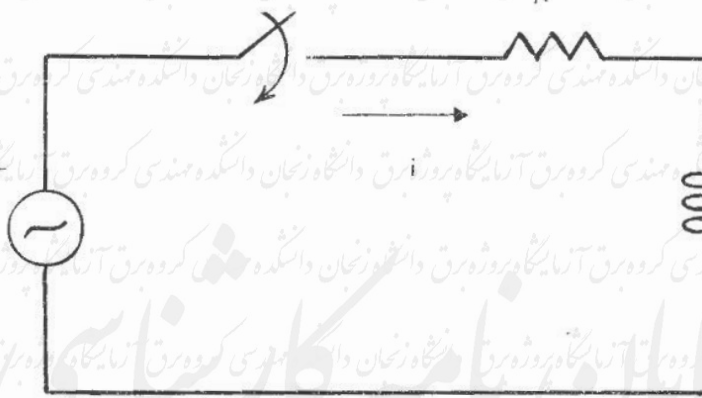
۱-۳- بررسی مدار سری RL در حالت گذرا

هنگامی که در ترمینال‌های خروجی یک ژنراتور سنکرون بی‌بار اتصال کوتاه متقارن اتفاق می‌افتد، مدار

معادل یک‌فاز آن قابل مقایسه با مدار سری RL است که ولتاژ سینوسی $V = V_{\max} \sin(\omega t + \alpha)$ به آن

اعمال می‌شود که در آن t در لحظه اعمال ولتاژ صفر است. بنابراین α مقدار دامنه ولتاژ را هنگام بسته شدن کلید مشخص می‌کند. شکل (۱-۱) مدار RL مذکور را نشان می‌دهد.

^۱ Single Line – to – Ground
^۲ Open Conductor Fault
^۳ Reclosure breakers



شکل (۱-۱) مدار سری RL

پروژه برق دانشگاه زنجان معادله دیفرانسیل این مدار عبارتست از: زنجان و اسکله مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و اسکله مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه

$$V_{\max} \sin(\omega t + \alpha) = Ri + L \frac{di}{dt}$$

با حل این معادله، جریان i را به دست می آوریم:

$$i = \frac{V_{\max}}{|Z|} [\sin(\omega t + \alpha - \theta) - e^{-\frac{R}{L}t} \sin(\alpha - \theta)] \quad (1-1)$$

که در آن:

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\omega L}{R}$$

جمله اول معادله (۱-۱) که نسبت به زمان به طور سینوسی تغییر می نماید، پاسخ ماندگار بوده، و جمله

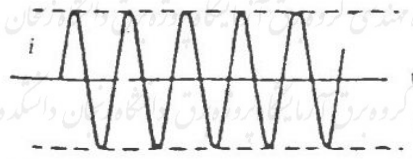
دوم که به مؤلفه DC معروف است پاسخ گذرای مدار است و نسبت به زمان به صورت نمائی و با ثابت

زمانی $\frac{L}{R}$ تغییر می نماید. دامنه مؤلفه DC به مقدار لحظه ای ولتاژ هنگام بسته شدن کلید و همچنین به

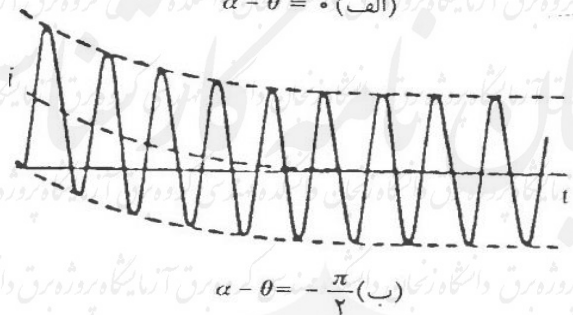
پروژه برق دانشگاه زنجان ضریب قدرت مدار RL بستگی دارد. این مؤلفه در $\alpha - \theta = 0$ حداقل می باشد و مقدار آن به صفر می رسد آزمایشگاه پروژه

و به ازاء $\alpha - \theta = -\frac{\pi}{2}$ مقدار اولیه آن با دامنه موج سینوسی یعنی $\frac{V_{\max}}{|Z|}$ مساوی است.

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان



دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان



دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان

۴-۱- اتصال کوتاه در ماشین سنکرون بی بار

هنگامی که یک ژنراتور سنکرون اتصال کوتاه می‌شود، ظاهراً جریان اتصال کوتاه مشابه جریان یک مدار سری RL است که به آن ولتاژ سینوسی اعمال می‌گردد. لیکن اختلاف اساسی بین این دو حالت وجود دارد، زیرا جریان عبوری از آرمیچر روی میدان دوار ماشین تأثیر می‌گذارد.

اگر در ترمینال‌های خروجی یک ژنراتور سنکرون بی‌بار اتصال کوتاه متقارن به وقوع پیوندد، با قرار دادن یک اسیلوگرام جریان در یکی از فازهای ژنراتور می‌توان تغییرات جریان اتصال کوتاه را نسبت به زمان رسم و مورد بررسی قرار داد. شکل (۳-۱) این تغییرات را در حالتی که مؤلفه DC حذف شده است نشان می‌دهد.

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پژوهش برق و انشعاب زنجان

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق

مراجعه فرمایید.

- دانشگاه زنجان و انشده مهندسی گروه برق آرنایگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و انشده مهندسی گروه برق آرنایگاه پروژه برق دانشگاه زنجان و انشده مهندسی گروه برق آرنایگاه پروژه برق دانشگاه زنجان
- [۱] احد کاظمی، بررسی سیستم های قدرت ۲، ۱۳۳۰، تهران، دانشگاه پیام نور، مدیریت چاپ و انتشارات، ۱۳۷۸.
- [۲] بیگدلی، رعنا: بررسی اثر تولیدات پراکنده در دست احداث شبکه ی برق منطقه ای زنجان بر تلفات و افت ولتاژ شبکه، دانشگاه زنجان، ۱۳۹۲.
- [۳] T. Griffin, K. Tomsovic, D. Secret, and A. Law, "Placement of dispersed generation systems for reduced losses," in *System Sciences*, ۲۰۰۰. *Proceedings of the ۳۳rd Annual Hawaii International Conference on*, ۲۰۰۰, p. ۹ pp.
- [۴] N. Hadjsaid, J.-F. Canard, and F. Dumas, "Dispersed generation impact on distribution networks," *Computer Applications in Power, IEEE*, vol. ۱۲, pp. ۲۲-۲۸, ۱۹۹۹.
- [۵] L. Phillipson and H. L. Willis, "Understanding electric utilities and deregulation," Marcell Decker Inc., New York, ۱۹۹۹.
- [۶] تورج امرایی، محمود فتوحی فیروز آباد، علی محمد رنجبرو بابک مظفری "تعیین اندازه و محل بهینه تولیدات پراکنده به منظور افزایش بارگذاری سیستم" نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق، تهران، ایران.
- [۷] T. Ackermann, G. Andersson, and L. Söder, "Distributed generation: a definition," Elsevier science, pp ۱۹۵-۲۰۴, dec ۲۰۰۲.
- [۸] P. Fraser, "Distributed generation in liberalised electricity markets," in *International symposium on distributed generation: power system and market aspects*, ۲۰۰۲, pp. ۱G-۱۲.
- [۹] N. Ijumba, A. Jimoh, and M. Nkabinde, "Influence of distribution eneration on distribution network performance," in *Africon*, ۱۹۹۹ IEEE, ۱۹۹۹, pp. ۹۶۱-۹۶۴.
- [۱۰] N.jenkins, et al, *Embedded Generation, ser.IEE Power and energy series*. london:the institution of electrical engineers, ۲۰۰۰.
- [۱۱] Michael T.Doyle, *Reviewing The Impacts of Distributed Generation Of Distribution system protection*"powerengineering society summer meeting, ۲۰۰۲ IEEE, Vol., ۱، ۲۰۰۲, pp ۱۰۳-۱۰۵.

[۱۲] R.C Dugan and T.E Medermott, "Operating Conflicts for distributed Generation on distribution system", in proe, Rural Electric power Conf, ۲۰۰۱, pp A۳/۱-A۳/۶.

[۱۳] R. Lawrence and S. Middlekauff, "The new guy on the block," Industry Applications Magazine, IEEE, vol. ۱۱, pp. ۵۴-۵۹, ۲۰۰۵.

[۱۴] W. El-Khattam and M. Salama, "Distributed generation technologies, definitions and benefits," Electric power systems research, vol. ۷۱, pp. ۱۱۹-۱۲۸, ۲۰۰۴.

[۱۵] سعید کمالی نیا، "بهبود ساختار شبکه ی برق با استفاده از قابلیت های تولید پراکنده امکان

سنجی نصب این منابع در ایران"، هشتمین کنفرانس دانشجویی مهندسی برق ایران، کرمان، شهریور ۸۴.

[۱۶] P. Fraser, "Distributed generation in liberalised electricity markets," in International symposium on distributed generation: power system and market aspects, ۲۰۰۲, pp. ۱G-۱۲.

[۱۷] T. Ackermann, G. Andersson, and L. Söder, "Distributed generation: a definition," Electric power systems research, vol. ۵۷, pp. ۱۹۵-۲۰۴, ۲۰۰۱.

[۱۸] T. Griffin, K. Tomsovic, D. Secret, and A. Law, "Placement of dispersed generation systems for reduced losses," in System Sciences, Proceedings of the ۳۳rd Annual Hawaii International Conference on, ۲۰۰۰, p. ۹ pp.

[۱۹] H. Falaghi and M.-R. Haghifam, "Distributed generation impacts on electric distribution systems reliability: Sensitivity analysis," in Computer as a Tool, ۲۰۰۵. EUROCON ۲۰۰۵. The International Conference on, ۲۰۰۵, pp. ۱۴۶۵-۱۴۶۸.

[۲۰] N. Hadjsaid, J.-F. Canard, and F. Dumas, "Dispersed generation impact on distribution networks," Computer Applications in Power, IEEE, vol. ۱۲, pp. ۲۲-۲۸, ۱۹۹۹.