The first Annual Congress on Iranian Society of Engineers
اولین کنگره سالیانه جامعه مهندسان ایران
7 September/2017
ایران::شیراز::سالن همایش های فرهنگیان ۱۶شهریور ماه ۱۳۹۶

این مقاله طبق مجوز شماره ۹۳/۱۷/۸۰۵ مرکز منطقه ای اطلاع رسانی علوم و فناوری RICeST زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در آن مرکز نمایه و منتشر شده است.

بررسی دینامیکی زمان واقعی در سیستم‌های قدرت با استفاده از محاسبات موازی

محمدرضا حسنی صالح[۱]، مهران پاینده[۲]، مهدیه اسلامی[۳]

[۱] گروه مهندسی برق ، واحد کرمان ، دانشگاه آزاد اسلامی ، کرمان ، ایران، reza.hasanisaleh@gmail.com
[۲] گروه مهندسی برق ، واحد کرمان ، دانشگاه آزاد اسلامی ، کرمان ، ایران ، payandeh_me@yahoo.com
[۳] گروه مهندسی برق ، واحد کرمان ، دانشگاه آزاد اسلامی ، کرمان ، ایران ، mahdiyeh_eslami@yahoo.com

چکیده

در پژوهش پیش رو سعی شده تا علاوه بر نگاهی اجمالی بر دینامیک یک سیستم قدرت، شبیه‌سازی زمان واقعی دینامیکی سیستم‌های قدرت در مقیاس بزرگ که یک چالش محاسباتی محسوب می‌شود، مورد بررسی قرار گیرد. این امر به این خاطر چالش برانگیز است که این شبیه‌سازی، مستلزم حل حجم بالایی از معادلات جبری و دیفرانسیلی غیرخطی و دشوار است. نتایج حاصل تحت شرایط پایدار و ناپایدار نشان می‌دهد که سرعت شبیه‌سازی زمان واقعی سیستم را می‌توان با استفاده از الگوی حل خطی موازی پیشنهاد شده افزایش داد.

واژه های کلیدی

زمان واقعی، دینامیک سیستم‌های قدرت، محاسبات موازی

مقدمه

تحلیل مسایل مهندسی در ابعاد بزرگ و پیچیده بسیار فراتر از توانایی انسان است. بسیاری از مسایل مهندسی در عمل در گروهی قرار میگیرند که نمی توان برای آنها راه حل تحلیلی بدست آورد. یک چنین مشکلی باعث گردید که کامپیوتر و تکنیک‌های عددی بعنوان یک ابزار قوی محاسباتی راه خود را در بررسی مسایل مهندسی باز کنند. پیشرفت بسیار سریع در سرعت کامپیوترها که منجر به افزایش سرعت محاسبات شده است باعث گردید که آنالیز عددی نقش مهمی در شبیه سازی مدلهای عناصر قدرت در حالت گذرا پیدا نمایند. در حقیقت بکارگیری و اعمال مؤثر تکنیکهای عددی در برنامه های کامپیوتری ما را قادر ساخت مسائلی را که قبلاً حل آنها امکان پذیر نبود بتوان با دقت بسیار بالایی حل نمود. یکی از مسایل عمده مهندسی قدرت که اینگونه پیشرفتها به حل و بررسی آن بسیار کمک نمود مطالعه حالت گذرا در شبکه های قدرت بود. در این میان با توجه به وجود عناصر غیر خطی و تاثیر آنها در مقادیر ولتاژ و جریان در شبکه‌های الکتریکی از آنالیز حوزه زمان بجای حوزه فرکانس استفاده می شود. آنالیز هر مسئله در مهندسی برق در حالت گذرا و بخصوص در گرایش قدرت در ابعاد بزرگ با مدلسازی عناصر قدرت شروع میگردد. مدل هرعنصر الکتریکی در حوزه زمان معمولاً شامل یک دسته معادله دیفرانسیل است که درآن متغیر مستقل زمان و متغیر وابسته یک پارامتر فیزیکی مانند ولتاژ، جریان، توان و یا انرژی است. شبیه‌سازی دینامیکی سیستم قدرت مقیاس بزرگ از نظر محاسباتی دارای حجم بالایی از معادلات جبری-دیفرانسیلی غیرخطی (DAEs) است، که در آن‌ها معادلات دیفرانسیل در واقع دینامیک ماشین‌های چرخان را مدل‌سازی می‌کنند (یعنی ژنراتورها و موتورها) و معادلات جبری نیز بیانگر بارهای شبه استاتیکی و سیستم انتقال هستند. سیستم توان الکتریکی به صورت مجموعه‌ای از DAEs های غیرخطی بیان می‌شود که در آن f و g توابع غیرخطی برداری هستند.

$$\frac{dx}{dt} = f(x,y) \qquad (۱)$$
$$0 = g(x,y)$$

پاسخ مدل دینامیکی ارائه شده در رابطه (۱) مستلزم موارد زیر است:

- یک الگوی انتگرال‌گیری عددی برای تبدیل معادلات دیفرانسیلی به شکل معادلات جبری
- یک الگوی پاسخ غیرخطی برای حل معادلات جبری غیرخطی حاصل از مرحله اول
- یک روش حل خطی برای حل گام به‌روزرسانی در هر تکرار الگوی غیرخطی

شکل۱زمان اجرای یک سری از شبیه‌سازی‌های دینامیک‌های سیستم را روی یک پردازشگر واحد تحت شرایط بروز خطای سه فاز دلخواه به مدت ۰/۱ ثانیه نشان می‌دهد.

شکل۱: زمان‌های اجرای شبیه‌سازی دینامیکی در یک پردازشگر واحد به مدت ۳ ثانیه روی سیستم‌های مختلف تحت شرایط بروز خطای سه فاز متعادل دلخواهی به مدت ۰/۱ ثانیه