

## عنوان پروژه درس

### طراحی و ارزیابی تخمین حالت در شبکه توزیع ۳۳ باسه IEEE با استفاده از

### نرم افزار DigSILENT PowerFactory

#### اهداف پروژه

هدف اصلی این پروژه آشنایی با مفاهیم و کاربردهای تخمین حالت در سیستم‌های قدرت و پیاده‌سازی آن در محیط نرم‌افزار DigSILENT PowerFactory است. در این پروژه دانشجویان با نحوه تخمین متغیرهای حالت شبکه شامل دامنه و زاویه ولتاژ باس‌ها از طریق داده‌های اندازه‌گیری آشنا می‌شوند. همچنین تأثیر کیفیت و تعداد اندازه‌گیری‌ها بر دقت نتایج مورد بررسی قرار گرفته و قابلیت‌های نرم‌افزار در تحلیل و پایش وضعیت شبکه ارزیابی خواهد شد.

#### شبکه مورد مطالعه

برای انجام این پروژه از شبکه استاندارد توزیع IEEE 33-Bus Distribution System استفاده می‌شود. این شبکه یکی از متداول‌ترین شبکه‌های آزمون در مطالعات سیستم‌های توزیع بوده و شامل ۳۳ باس، ۳۲ خط و مجموعه‌ای از بارهای توزیع شده است. انتخاب این شبکه به دلیل ساختار مناسب، حجم محاسبات قابل قبول و استفاده گسترده آن در تحقیقات مرتبط با تخمین حالت و شبکه‌های هوشمند انجام شده است.

#### مرحله ۱: مدل‌سازی شبکه

در این مرحله ساختار کامل شبکه ۳۳ باسه در محیط DigSILENT PowerFactory مدل‌سازی می‌شود. تمامی باس‌ها، خطوط، بارها و باس مرجع مطابق اطلاعات استاندارد شبکه وارد نرم‌افزار شده و پس از تکمیل مدل، مطالعه پخش بار انجام می‌گیرد. نتایج حاصل از پخش بار شامل ولتاژ، توان اکتیو و راکتیو به‌عنوان مقادیر واقعی سیستم در نظر گرفته شده و مبنای مقایسه با نتایج تخمین حالت خواهند بود.

#### مرحله ۲: ایجاد سیستم اندازه‌گیری

پس از مدل‌سازی شبکه، مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌های مورد نیاز برای تخمین حالت تعریف می‌شود. این اندازه‌گیری‌ها شامل مقادیر توان اکتیو و راکتیو تزریقی در برخی باس‌ها، جریان عبوری از تعدادی از خطوط و همچنین اندازه‌گیری ولتاژ در نقاط منتخب شبکه هستند. هدف از این مرحله شبیه‌سازی شرایط واقعی بهره‌برداری شبکه و فراهم نمودن داده‌های مورد نیاز برای اجرای الگوریتم تخمین حالت است.

#### مرحله ۳: افزودن خطا به اندازه‌گیری‌ها

از آنجا که اندازه‌گیری‌های واقعی همواره دارای خطا هستند، در این مرحله به داده‌های اندازه‌گیری ایجادشده نویز تصادفی با توزیع گاوسی افزوده می‌شود. میزان خطا برای انواع مختلف اندازه‌گیری‌ها نظیر ولتاژ، توان و جریان بر اساس مقادیر متداول در سیستم‌های اندازه‌گیری انتخاب می‌شود. این کار باعث می‌شود شرایط عملیاتی واقعی‌تر شبیه‌سازی شده و عملکرد الگوریتم تخمین حالت در مواجهه با داده‌های غیرایده‌آل مورد ارزیابی قرار گیرد.

#### مرحله ۴: اجرای تخمین حالت

در این مرحله قابلیت State Estimation نرم افزار DigSILENT مورد استفاده قرار می گیرد و الگوریتم حداقل مربعات وزن دار (WLS) برای تخمین متغیرهای حالت اجرا می شود. هدف الگوریتم، یافتن مقادیر بهینه دامنه و زاویه ولتاژ باس ها بر اساس داده های اندازه گیری دارای خطا است. خروجی های حاصل از تخمین با نتایج واقعی پخش بار مقایسه شده و میزان دقت روش مورد بررسی قرار می گیرد.

#### مرحله ۵: تحلیل قابلیت مشاهده

یکی از مهم ترین مباحث در تخمین حالت، قابلیت مشاهده شبکه است. در این بخش چندین سناریو با تعداد متفاوتی از اندازه گیری ها تعریف می شود تا تأثیر محل و تعداد اندازه گیری ها بر امکان تخمین تمامی متغیرهای حالت شبکه بررسی گردد. نتایج حاصل نشان خواهد داد که چگونه افزایش یا کاهش تعداد اندازه گیری ها می تواند بر دقت و قابلیت اطمینان تخمین حالت اثرگذار باشد.

#### مرحله ۶: تشخیص داده بد

در این مرحله به صورت عمدی یک یا چند داده اندازه گیری نادرست وارد مجموعه داده ها می شود تا توانایی الگوریتم در شناسایی داده های معیوب مورد ارزیابی قرار گیرد. با استفاده از شاخص های باقیمانده و روش های تشخیص داده بد، اندازه گیری های ناسازگار شناسایی شده و تأثیر آن ها بر نتایج تخمین حالت تحلیل می شود. این بخش اهمیت کنترل کیفیت داده های اندازه گیری در مراکز کنترل شبکه را نشان می دهد.

#### نتایج مورد انتظار

انتظار می رود نتایج پروژه نشان دهد که الگوریتم تخمین حالت قادر است با وجود خطاهای اندازه گیری، مقادیر ولتاژ و زاویه باس ها را با دقت قابل قبول تخمین بزند. همچنین اثر تعداد اندازه گیری ها، میزان نویز و وجود داده های معیوب بر عملکرد سیستم تخمین حالت مشخص خواهد شد. نتایج به صورت جداول مقایسه ای، نمودارهای پروفیل ولتاژ و شاخص های خطا ارائه می شوند تا امکان ارزیابی دقیق عملکرد الگوریتم فراهم شود.

# قالب استاندارد گزارش پروژه

## صفحه اول

عنوان پروژه / نام و نام خانوادگی دانشجو / شماره دانشجویی / نام درس / نام استاد / تاریخ تحویل

چکیده (حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ کلمه)

در این بخش دانشجو باید هدف پروژه، روش انجام کار و مهم‌ترین نتایج را به صورت خلاصه بیان کند.

### ۱- مقدمه

در این قسمت مفاهیم زیر توضیح داده شود: تخمین حالت چیست؟ / اهمیت تخمین حالت در مراکز کنترل شبکه قدرت / کاربردهای تخمین حالت در بهره‌برداری از شبکه

حدود ۱ تا ۲ صفحه.

### ۲- معرفی شبکه مورد مطالعه

در این بخش ایم موارد ارائه شود: مشخصات شبکه ۳۳ باسه / تعداد باس‌ها / تعداد خطوط / سطح ولتاژ / دیاگرام تک‌خطی شبکه

### ۳- مدل‌سازی شبکه در DigSILENT

این بخش باید شامل این موارد باشد: مراحل ایجاد شبکه / تعریف خطوط / تعریف بارها / معرفی باس مرجع / تصاویر محیط نرم‌افزار

### ۴- اجرای پخش بار

این موارد گزارش شوند: روش پخش بار استفاده شده / ولتاژ باس‌ها / توان خطوط / تلفات شبکه / به همراه جداول و نمودارها.

### ۵- ایجاد سیستم اندازه‌گیری

توضیح داده شود: چه اندازه‌گیری‌هایی انتخاب شده‌اند. / چرا این اندازه‌گیری‌ها انتخاب شده‌اند. / محل قرارگیری اندازه‌گیری‌ها در شبکه همراه با جدول اندازه‌گیری‌ها.

### ۶- اجرای تخمین حالت

این بخش شامل: معرفی روش WLS / تنظیمات انجام شده در نرم‌افزار / نتایج تخمین ولتاژ و زاویه باس‌ها

### ۷- تحلیل قابلیت مشاهده (رویت پذیری)

در این بخش حداقل سه سناریو بررسی شود: اندازه‌گیری محدود / اندازه‌گیری متوسط / اندازه‌گیری کامل / و نتایج هر سناریو تحلیل گردد.

### ۸- تشخیص داده بد

در این بخش: یک داده نادرست ایجاد شود. / نحوه تشخیص آن توضیح داده شود. / تأثیر آن بر نتایج تحلیل گردد.

#### ۹- مقایسه نتایج

جدول مقایسه‌ای شامل:

| باز | ولتاژ واقعی | ولتاژ تخمین زده شده | درصد خطا |
|-----|-------------|---------------------|----------|
|     |             |                     |          |
|     |             |                     |          |

حداقل برای ۱۰ باز منتخب.

#### ۱۰- نتیجه‌گیری

دانشجو باید در یک تا دو صفحه این موارد را بیان کند: مهم‌ترین یافته‌های پروژه / نقاط قوت روش تخمین حالت / محدودیت‌ها / پیشنهاد برای توسعه کار

#### ۱۱- منابع

تمام منابع مورد استفاده باید با یک فرمت استاندارد ذکر شوند. حداقل یک کتاب مرجع سیستم قدرت / یک مقاله علمی مرتبط

# قالب استاندارد ویدیو

## ساختار ویدیو

- بخش ۱: معرفی پروژه (۱ دقیقه) دانشجو خود را معرفی کند و هدف پروژه را توضیح دهد.
- بخش ۲: معرفی شبکه (۱ تا ۲ دقیقه) نمایش دیاگرام شبکه و توضیح اجزای آن.
- بخش ۳: مدل سازی شبکه (۲ تا ۳ دقیقه) نمایش مراحل ایجاد شبکه در DIgSILENT.
- بخش ۴: اجرای پخش بار (۲ دقیقه) نمایش نتایج و توضیح آن‌ها.
- بخش ۵: ایجاد اندازه گیری‌ها (۲ دقیقه) نمایش محل اندازه گیری‌ها و توضیح انتخاب آن‌ها.
- بخش ۶: اجرای تخمین حالت (۳ تا ۴ دقیقه) نمایش کامل مراحل اجرای State Estimation و نتایج حاصل.
- بخش ۷: تحلیل نتایج (۲ تا ۳ دقیقه) توضیح این موارد: دقت تخمین - تأثیر خطاها - قابلیت مشاهده - داده‌های معیوب
- بخش ۸: جمع بندی (۱ دقیقه) ارائه مهم ترین نتایج و تجربیات به دست آمده.