==============================================================================================[GUION DEFINITIVO ]===========================  
=====================================================================

**Introducción (1 min)**

**DIAPO 1: PORTADA**

Hola a todos, soy David Carnicero y voy a hablar sobre qué trata mi TFM.

**DIAPO 2: INDEX**

Primero, introduciré el TFM, luego hablaré de la tecnología que hay detrás y, por último, explicaré la planificación de este. **[ CAMBIAR POR INDEX ]**

**2 Descripción de la Tecnología (3 min)**

**DIAPO 3**

Las líneas eléctricas se controlan de tal forma que un Operador establece la corriente que circula en cada momento por la línea, manteniéndose siempre por debajo de unos limites de temperatura.

A día de hoy, la capacidad de las líneas se calcula considerando las condiciones climáticas más extremas del año, estableciendo dos limites fijos, uno para verano y otro para inverno.

Con estos límites, la gran mayoría del tiempo, se están operando las líneas considerando un límite de operación que está por debajo de limite real que tendría la línea si se consideran las condiciones meteorológicas de cada instante. [ Foto Limites ]

Y esto es exactamente lo que se hace con Dynamic Line Rating. Se miden las condiciones climáticas en los alrededores de la línea y se calcula el limite térmico de la línea de cada instante.

De forma que los días con clima favorable, el operador pueda aprovecharlo para inyectar más corriente en la línea que con lo establecido con el límite fijo.

Esto tiene especial utilidad en líneas más congestionadas y también puede servir como herramienta a la hora de efectuar replanteos de red durante operaciones de mantenimiento u operaciones de emergencia.

**DIAPO 4**

Determinar la temperatura del conductor teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas es un verdadero reto y se han realizado exhaustivas investigaciones a lo largo de los años.

A día de hoy los estándares que han logrado la mejor precisión en este cálculo son: CIGRE601, IEEE738. [ Imágenes Estándares ]

Ambos estándares se basan en el mismo principio, pero utilizan enfoques diferentes. Los dos realizan un equilibrio térmico para determinar la corriente máxima, realizan un balance entre los términos que generan calor en el conductor y en este los que evacuan el calor del conductor.

Esta de aquí

* ​ es la potencia térmica absorbida por la radiación solar.

Este otro

* es la potencia térmica liberada por convección del viento.

Es decir, lo que se enfría gracias al viento que hay cerca de la linea.

Este de aquí

* ​ es la potencia térmica liberada por radiación del conductor, que depende de la temperatura ambiente y de la temperatura del conductor.

Por ultimo tenemos

la potencia de Joule, que permite despejar la corriente.

Conociendo la temperatura ambiente, la velocidad y la dirección del viento y la radiación solar, podemos calcular la corriente máxima de una linea.

Esta es la corriente con la que el conductor alcanzará la temperatura máxima establecida manteniendo el equilibrio térmico. Si operamos la línea por debajo de esta corriente, garantizaremos que el conductor no alcanza la temperatura limite y cuando el clima presente condiciones favorables, el operador pueda inyectar más corriente por la línea de forma segura.

**3 Motivación (2 min)**

**DIAPO 5**

Mi TFM trata sobre la implementación de la tecnología Dynamic Line Rating sin la necesidad de sensores en campo, utilizando datos meteorológicos proporcionados por proveedores para hacer los cálculos.

Actualmente, Iberdrola tiene desplegados 25 equipos piloto que realizan el DLR, pero estos equipos tienen una serie de inconvenientes:

Cada uno de estos equipos tiene un coste de decenas de miles de euros, además de ello su instalación requiere desconectar la linea y manipular el conductor.

Una vez en funcionamiento estos equipos, los datos que le muestran al operador fluctúan demasiado y no le aportan información útil. Además, varios equipos han tenido perdidas de conexión que han durado hasta varias semanas.

Por ello, surge mi thesis, que pretende evaluar si los datos ofrecidas por servicios meteorológicos pueden ser una alternativa fiable a los sensores de campo para el DLR o no y proporcionar al operador un suitable output.

**Objetivos (4 min)**

**DIAPO 6: OBJECTIVOS**

El objetivo de mi TFM es buscar soluciones y alternativas a los problemas de los proyectos piloto. Tenemos 3 objetivos principales.

1. Obtener Medidas de Weather Precisas para cada punto exacto:
2. Establecer todos los Inputs para las ecuaciones del DLR
3. Generate Appropiate Results for Grid Operation

**DIAPO 7: WEATHER**

El primer objetivo del TFM es extraer conclusiones significativas sobre la precisión de las medidas meteorológicas.

Con los **equipos ya instalados**, se quieren sacar conclusiones sobre si los valores medidos son correctos o no. Porque en esta imagen se puede ver como los sensores se encuentran varios metros por debajo de los cables. La medida difiere mucho del valor a la altura del cable?

Los valores proporcionados por servicios meteorlogicos pueden ser:

Medidas reales en sus estaciones o Estimaciones basadas en modelos numéricos, que te dan una malla con valores.

Los datos de los proveedores tienen que ser extrapolados a la ubicación de las líneas, y es aquí donde entra el reto.

Como extrapolo con precisión cada weather parámetro, porque por ejemplo la temperatura se puede extrapolar bien con la altura, pero en otros parámetros como el viento y su dirección influyen factores como la orografía del terreno, el tipo de atmosfera o la vegetación.

Mi trabajo busca determinar cuales son las maneras de extrapolación mas precisas, que modelos numéricos obtienen mayor precisión y si las estimaciones concuerdan con las medidas tomadas por los equipos o no.

**DIAPO 8: DLR Inputs**

El segundo objetivo de mi TFM consiste en conocer los Inputs de las ecuaciones del DLR y ver cómo influye cada componente en el resultado final.

Estudiar como la precisión de las medidas meteorológicas puede afectar al resultado.

Asignar los valores adecuados a los componentes del conductor, en especial a la absortividad y a la emisividad. Estos parámetros nos tienen un valor exacto y depend on cada conductor.

Todos los conductore nuevos tienen propiedades conocidas, pero el envejecimiento, la contaminación y el tipo de operación afecta directamente a la absortividad y emisividad del conductor.

No existe una ciencia exacta que te diga que valor usar. Estos valores también influyen en el output y por ello es necesario asignar un valor lo mas cercano al valor real.

**DIAPO 9: OPERATION**

El ultimo objetivo de mi TFM es proporcionar un output que el operador pueda utilizar como herramienta de flexibilidad a la hora de maniobrar la red. Este objetivo es muy importante, ya que sin el no se podrá hacer uso real de la tecnología DLR.

Con los equipos instalados actuales, se puede ver el límite de corriente calculado para las 24h de un día

Con este tipo de información el Operador de la Red no puede tomar decisiones de forma segura y termina por dejar de utilizar la herramienta.

Por ello, con este TFM trato de ofrecer soluciones y alternativas para lograr un resultado mas estable y que le permita al operador operar de manera segura. Este es un ejemplo de una gráfica de corriente que el operador si puede interpretar.

Para poder utilizar esta herramienta, el operador tiene que saber los límites para las distintas horas del día, por lo que será necesario hacer weather forecast y calcular el rating esperado. Habrá que evaluar la precisión de las predicciones para determinar con cuantos días se pueden obtener valores precisos.

**Project Plan (4 min)**

**DIAPO 10**

Para llevar a cabo este proyecto se ha optado por crear un programa de Python que incluya todas las ecuaciones, el tratado de los datos y demás funcionalidades. El proyecto se dividirá en 5 etapas.

Primero se importarán las líneas y se les asignaran sus componentes, luego se obtendrán los datos meteorológicos de varios proveedores. El tercer paso es importar las ecuaciones de los estándares, luego se compararan los resultados y los datos de los proveedores. Por ultimo se estabilizara el output para que el operador pueda trabajar con el.

A continuación os contare el current progres y los next steps de el proyecto.

**DIAPO 11**

He realizado un código que permite importar una línea cualquiera, obtener los parámetros necesarios y asignar un tipo de conductor, el cual tiene sus propios **parámetros.**

**DIAPO 12**

De momento llevo integradas 3 fuentes de datos distintas. Para ello he creado un codigo para cada fuente de datos que guarda valores meteorológicos estandarizados en cada vano de la linea.

**DIAPO 13**

Tambien he implementado las ecuaciones de CIGRE y de IEEE, de forma que dando un conjunto de datos puedo comparar el resultado de ambos estandares. Tambien puedo ver el resultado que se obtendria con distintas fuentes de datos.

**NEXT STEPS (1MIN)**

**DIAPO 14**

Los siguientes pasos son

por un lado, hacer las comparativas entre proveedores y equipos de campo y hacer las comparativas entre los dos estandares

Y por otro lado estabilizar el output del DLR para satisfacer las necesidades del operador de la linea, para ello empleare el modelo de transferencia de calor de un conductor para conocer la respuesta dinamica en el tiempo de la temperatura del conductor y dar limite menos fluctuante.

**FIN (1MIN)**

Con esto concluye mi presentacion sobre el estado de mi tfm. gracias por venir, espero que les haya gustado. un saludo.

**Introduction (1 min)**

**SLIDE 1: COVER PAGE**

Hello everyone, I am David Carnicero and I will be talking about my Master's Thesis.

**SLIDE 2: INDEX**

First, I will introduce the Thesis, then I will discuss the technology behind it, and finally, I will explain its planning.

**Technology Description (3 min)**

**SLIDE 3**

Electric lines are managed in such a way that an Operator sets the current flowing at any given time, always keeping it below certain temperature limits.

As of today, the capacity of lines is calculated considering the most extreme weather conditions of the year, setting two fixed limits: one for summer and one for winter.

With these limits, most of the time, lines are operated under an operation limit that is below the actual limit if real-time weather conditions were considered. [Picture of Limits]

This is exactly what Dynamic Line Rating does. It measures the weather conditions around the line and calculates the thermal limit at each moment.

So, on days with favorable weather, the operator can inject more current into the line than established by the fixed limit.

This is particularly useful for congested lines and can also serve as a tool for network replanning during maintenance or emergency operations.

**SLIDE 4**

Determining the temperature of the conductor considering weather conditions is a real challenge, and extensive research has been done over the years.

Today, the standards that have achieved the best accuracy in this calculation are: CIGRE and IEEE standards

Both standards are based on the same principle but use different approaches. Both perform a thermal equilibrium to determine the maximum current, balancing the terms that generate heat in the conductor and those that dissipate it.

Here,

* Ps​ is the thermal power absorbed by solar radiation.
* Pc is the thermal power released by wind convection.
* Pr is the thermal power released by conductor radiation, depending on ambient temperature and conductor temperature.
* Pj​ is the Joule power, which allows solving for the current.

Knowing the ambient temperature, wind speed and direction, and solar radiation, we can calculate the maximum current of a line.

This is the current at which the conductor will reach the maximum established temperature, maintaining thermal equilibrium. If we operate the line below this current, we ensure that the conductor does not reach the limit temperature, and when the weather is favorable, the operator can safely inject more current into the line.

**Motivation (2 min)**

**SLIDE 5**

My Master's Thesis focuses on implementing Dynamic Line Rating technology without the need for field sensors, using meteorological data provided by suppliers to perform the calculations.

Currently, Iberdrola has deployed 25 pilot devices performing DLR, but these devices have some drawbacks:

Each device costs tens of thousands of euros, and their installation requires disconnecting the line and handling the conductor.

Once in operation, the data shown to the operator fluctuates too much and does not provide useful information. Additionally, several devices have had connection losses lasting up to several weeks.

Therefore, my thesis aims to evaluate whether the data provided by meteorological services can be **a reliable** alternative to field sensors for DLR and provide the operator with a suitable output.

**Objectives (4 min)**

**SLIDE 6: OBJECTIVES**

The objective of my thesis is to find solutions and alternatives to the problems found in pilot projects. We have three main objectives:

* Obtain accurate weather measurements for each exact point.
* Establish all inputs for the DLR equations.
* Generate appropriate results for grid operation.

**SLIDE 7:**

The first objective of the thesis is to draw meaningful conclusions about the accuracy of weather measurements.

With the already installed devices, we want to conclude whether the measured values are correct or not. Because in this image you can see how the sensors are several meters below the cables. Does the measurement differ significantly from the value at the cable height?

The values provided by meteorological services can be:

* Real measurements at their stations or
* Estimates based on numerical models, giving you a grid with values.

The data from providers need to be extrapolated to the location of the lines, and this is where the challenge lies.

How to extrapolate each weather parameter accurately? For example, temperature can be extrapolated well with height, but for other parameters like wind and its direction, factors like terrain orography, atmosphere type, or vegetation influence on the extrapolation.

My work aims to determine the most accurate extrapolation methods, which numerical models achieve the highest precision, and whether the estimates match the measurements taken by the devices or not.

**SLIDE 8: DLR INPUTS**

The second objective of my thesis is to understand the inputs of the DLR equations and see how each component influences the final result.

Study how the precision of weather measurements can affect the result.

Assign appropriate values to conductor components, especially absorptivity and emissivity. These parameters do not have an exact value and depend on each conductor.

New conductors have known properties, but aging, contamination, and operation type directly affect the conductor's absorptivity and emissivity.

There is no exact science to tell you what value to use. These values also influence the output, so it is necessary to assign a value as close to the real value as possible.

**SLIDE 9: OPERATION**

The last objective of my thesis is to provide an output that the operator can use as a flexibility tool when maneuvering the grid. This objective is very important, as without it, the DLR technology cannot be used in practice.

Here you can see the current limit for a day , obtained with the current installed devices.

With this type of information, the Grid Operator cannot make safe decisions and ends up not using the tool.

Therefore, with this thesis, I aim to offer solutions and alternatives to achieve a more stable result that allows the operator to operate safely. This is an example of a current graph that the operator can interpret.

To use this tool, the operator needs to know the limits for different hours of the day, so weather forecasts and expected ratings need to be calculated. The accuracy of the predictions will need to be evaluated to determine how many days accurate values can be obtained.

**Project Plan (4 min)**

**SLIDE 10**

To carry out this project, a Python program will be created that includes all equations, data processing, and other functionalities. The project will be divided into five stages.

First, lines will be imported and their components assigned, then meteorological data from various providers will be obtained. The third step is to import the standard equations, then compare the results and provider data. Finally, the output will be stabilized for the operator to work with.

Next, I will tell you about the current progress and the next steps of the project.

**SLIDE 11**

I have developed code that allows importing any line, obtaining the necessary parameters, and assigning a type of conductor, which has its own parameters.

**SLIDE 12**

So far, I have integrated three different data sources. For this, I have created code for each data source that stores standardized weather values for each span of the line.

**SLIDE 13**

I have also implemented the CIGRE and IEEE equations, so with a given data set, I can compare the results of both standards. I can also see the result that would be obtained with different data sources.

**Next Steps (1 min)**

**SLIDE 14**

The next steps are:

* On one hand, make comparisons between providers and field devices and compare the two standards.
* On the other hand, stabilize the DLR output to meet the line operator's needs, for this, I will use the heat transfer model of a conductor to know the dynamic temperature response over time and provide a less fluctuating limit.

**End (1 min)**

This concludes my presentation on the state of my thesis. Thank you for coming, I hope you enjoyed it. Best regards.