
Contrato de Trabajo

Daniela Contreras, Universidad Técnica Federico Santa María

Laboratorio de Modelación II (MAT-289)

Profesor: Pablo Aguirre.

1 Identificación del mandante

El mandante es la empresa ConstruKction of Light Inc, fundada en Londres en el año 1946 con sede en Dorset, Wimborne Minster. Tiene como actividad principal la generación y comercialización de energía eléctrica que abastece gran parte de Londres y adicionalmente ofrece servicios de consultoría e ingeniería en todas sus especialidades.

Otras entidades que cumplen con este perfil en Chile son las empresas: Chilectra S.A, CGE Distribución S.A, Chilquinta Energía S.A, Empresa Eléctrica Municipal de Til Til.

Internacionalmente algunos ejemplos son: Tokyo Electric Power Company, Duke Energy, Enel, San Diego Gas & Electric, Iberdrola y Pacific Gas and Electric Company [1], particularmente en esta última, se han realizado investigaciones para el estudio de árboles eléctricos en polietileno realizada por J.H Lawson and W. Vahlstrom [2] lo cual es similar a lo que se elaborará en este proyecto.

2 Identificación del producto o servicio a ser provisto

El problema a abordar son las *descargas parciales* en un aislante, que consisten en descargas eléctricas que generan un puente en una pequeña porción de un aislante eléctrico, usualmente debido a defectos de aislamiento como grietas o vacíos, y por lo general vienen acompañadas por emisiones de sonido, luz, calor y reacciones químicas [3]. Estas descargas parciales causan un deterioro lento y progresivo en el aislante con la formación de numerosas ramificaciones que son canales de degradación parcialmente conductoras generando una estructura similar a la de un árbol, por lo cual son llamados *árboles eléctricos*, los cuales son precursores de fallas catastróficas en equipos de energía eléctrica tales como transformadores, cables y dispositivos de distribución con aislamiento de gas, entre otros [4].

El servicio entregado es la descripción y análisis de la dinámica de descargas parciales en un aislante, el cual sería de utilidad para el monitoreo de los aislantes de equipos eléctricos y prever posibles fallas. Para esto se consideran las descargas parciales como un fenómeno determinístico (aplicando previamente un test de determinismo a los datos facilitados para validar esta consideración) asociado a un sistema dinámico no lineal, para así obtener el diagrama de fase que describe el fenómeno utilizando el método *embedding theorem* propuesto por Takens [5].

Los formatos en los que se entregará el producto es un código en Matlab que permita recrear los resultados del estudio así como para implementarlo a otras muestras de datos, un manual de su uso, informes con los resultados obtenidos al finalizar cada etapa del proyecto, un informe final más una capacitación de 4 horas en la utilización del programa a empleados familiarizados con programación.

3 Comparación con productos/servicios existentes

El análisis de descargas parciales puede dividirse principalmente en dos enfoques los cuales diferencian el cómo es percibida la naturaleza del fenómeno y determina la forma en que las descargas parciales son analizadas. La naturaleza del proceso de descargas parciales puede considerarse como estocástico o bien como un fenómeno determinista caótico [6].

El método convencional que se utiliza es considerar las descargas parciales como estocásticas y analizarlas con el tradicional *Phase-Resolved Partial Discharge Analysis* (PRPDA) el cual utiliza parámetros estadísticos para clasificar los patrones de descargas parciales mediante un gráfico que contiene los números de pulsos de descargas parciales y sus magnitudes en un periodo de tiempo en función de el ángulo de fase del voltaje aplicado. La desventaja de este método es la pérdida de información de la evolución temporal del fenómeno ya que los pulsos se superponen en cada intervalo de fase [7]. Por esta razón se propone analizar las descargas parciales con sistemas dinámicos para así no perder la información temporal que puede resultar importante para crear un modelo que permita prever de mejor manera los fallos describiendo con mayor precisión el fenómeno.

4 Descripción de las etapas intermedias para la obtención del producto/servicio final

1. **Primera etapa:** Análisis exploratorio de los datos e investigación del fenómeno.

- **Fecha Término:** 7 de Octubre 2016
- **Entrega:** Informe referente a la distribución de las muestras junto con un análisis de determinismo y de estacionariedad de los datos.

2. **Segunda etapa:** Investigación de métodos actualmente utilizados y de posibles herramientas para implementar.

- **Fecha Término:** 28 de Octubre 2016
- **Entrega:** Informe referente a los métodos utilizados con sus ventajas y desventajas, junto con una propuesta de posibles métodos que se pueden utilizar.

3. **Tercera etapa:** Implementación teórica y computacional del método elegido.

- **Fecha Término:** 18 de Noviembre
 - **Entrega:** Informe referente al método escogido y explicación de su base matemática, junto con la implementación teórica.
-

4. Cuarta etapa: Interpretación y análisis de resultados obtenidos para las muestras existentes.

- **Fecha Término:** 16 de Diciembre 2016
- **Entrega:** Programa para utilizar el método junto con su manual y una capacitación junto con un informe referente a los resultados obtenidos con el programa y su interpretación.

5 Descripción de la cantidad de horas y otros insumos

- **Horas del proveedor:** Total 223 horas
 - **Investigación:** Total de 95 Hrs.
 - Etapa 1: 15 Hrs.
 - Etapa 2: 35 Hrs.
 - Etapa 3: 30 Hrs.
 - Etapa 4: 15 Hrs.
 - **Desarrollo e implementación de código:** Total de 60 Hrs.
 - Etapa 3: 35 Hrs.
 - Etapa 4: 25 Hrs.
 - **Reuniones con equipo de trabajo:** Total de 19 Hrs.
 - Etapa 1: 3 Hrs.
 - Etapa 2: 5 Hrs.
 - Etapa 3: 5 Hrs.
 - Etapa 4: 6 Hrs.
 - **Reuniones con asesores:** Total de 22 Hrs.
 - Etapa 1: 1 Hrs.
 - Etapa 2: 10 Hrs.
 - Etapa 3: 5 Hrs.
 - Etapa 4: 6 Hrs.
 - **Redacción de informes:** Total de 15 Hrs.
 - Etapa 1: 4 Hrs.
 - Etapa 2: 4 Hrs.
 - Etapa 3: 4 Hrs.
 - Etapa 4: 4 Hrs.
 - **Redacción de manual:** Total de 6 Hrs.
 - Etapa 4: 6 Hrs.
 - **Capacitación:** Total de 6 Hrs.
 - Etapa 4: 6 Hrs.
-

- **Horas de asesoría:** Total de 22 Hrs.

Etapa 1: 1 Hrs.

Etapa 2: 10 Hrs.

Etapa 3: 5 Hrs.

Etapa 4: 6 Hrs.

6 Valor

El valor propuesto es de 55, con avances de pago sugeridos distribuidos en un 25% del total al finalizada cada etapa del proceso.

Cualquier incumplimiento en plazos de cada etapa podrán ser penalizados con un 1% del pago total por cada día de atraso. De existir incumplimiento en los objetivos de alguna de las etapas descritas, la penalización puede corresponder a un 3% por objetivo parcialmente incumplido y de un 5% por objetivo totalmente incumplido por cada etapa con respecto al monto final de pago.

References

- [1] Pacific Gas and Electric Company. [<https://www.pge.com/>]
 - [2] J.H Lawson and W. Vahlstrom, *Investigation of Treeing in 15 and 22kV Polyethylene Cables Removed from Service*, Annual report - Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, pp. 255-265, 1972.
 - [3] IEC-60270, *High-voltage test techniques - Partial discharge measurements*. 2000.
 - [4] R. J. Van Brunt, *Physics and chemistry of partial discharge and corona. Recent advances and future challenges*, Dielectrics and Electrical Insulation, IEEE Transactions on, vol. 1, pp. 761-784, 1994.
 - [5] M. Perc, *Detecting strange attractor in turbulence*. ed. D. A. Rand and L. S. Young, Lect. Notes Math. 898 (1981) 366.
 - [6] R. Altenburger and et al., *Analysis of phase-resolved partial discharge patterns of voids based on a stochastic process approach*, Journal of Physics D: Applied Physics, vol. 35, p. 1149, 2002.
 - [7] T. Czaszejko, *An input-output model of Partial Discharge process*, Submitted to IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation.
-