

# Facultad de Ingeniería

## Comisión Académica de Posgrado

---

### Formulario de Aprobación Curso de Actualización

**Asignatura: Descargas Atmosféricas: fundamentos y protección**

(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

---

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup> :** Ing. César Briozzo, Prof. Titular, Gr. 5, IIE.; Ing. María Simon, Prof. Titular, Gr. 5, IIE.

(título, nombre, grado o cargo, Instituto o Institución)

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup> :**

(título, nombre, grado, Instituto)

**Otros docentes de la Facultad:** Ing. Anapaula Carranza, Gr. 3, IIE, Ing. Leandro Patrón, G2, IIE.

(título, nombre, grado, Instituto)

**Docentes fuera de Facultad:**

(título, nombre, cargo, Institución, país)

**Instituto ó Unidad:** Ingeniería Eléctrica

**Departamento o Área:** Telecomunicaciones - Potencia

<sup>1</sup> Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.

(Si el profesor de la asignatura no es docente de la Facultad se deberá designar un responsable local)

---

**Horas Presenciales:** 20 horas

(Se deberá discriminar las mismas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Público objetivo y Cupos:**

**Profesionales universitarios y técnicos con actividad en gestión, diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones, redes de datos, telefonía, RF, instalaciones eléctricas, electrónica industrial, generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, protección de equipos críticos, estructuras y edificios.**

**Cupos: Mínimo 10 y máximo 40.**

(Si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción en el Depto. de Posgrado, hasta completar el cupo asignado)

---

**Objetivos:** El curso presenta el problema de la protección contra descargas atmosféricas en forma integrada. Se explica el fenómeno de la electricidad en la atmósfera y la formación de descargas como requisito para enfocar adecuadamente la protección. Se analizan los posibles daños en el sistema a proteger, típicamente edificios en los que hay personas y equipos, a los que entran líneas de energía eléctrica y comunicaciones de varios tipos: telefonía, datos, televisión, sobre soportes también variados: pares, cable coaxial, fibra óptica, radio frecuencia. Se estudian las formas más convenientes de disipar la energía y de coordinar el sistema de protección. El participante recibe entonces información sobre el fenómeno y sobre cómo, dónde y con qué criterios proteger edificios y equipos, coordinando adecuadamente los elementos clave: pararrayos, conexiones, puestas a tierra, tableros y dispositivos de protección.

---

**Conocimientos previos exigidos:** Conocimientos generales de electromagnetismo e instalaciones eléctricas.

**Conocimientos previos recomendados:**

# Facultad de Ingeniería

## Comisión Académica de Posgrado

---

---

### **Metodología de enseñanza: Clases expositivas y discusión de casos.**

(comprende una descripción de la metodología de enseñanza y de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura, distribuidas en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

- Horas clase (teórico): 16
- Horas clase (práctico):
- Horas clase (laboratorio):
- Horas consulta: 2
- Horas evaluación: 2
  - Subtotal horas presenciales: 20
- Horas estudio: 8
- Horas resolución ejercicios/prácticos:
- Horas proyecto final/monografía:
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 28

---

### **Forma de evaluación: Prueba escrita.**

---

#### **Temario:**

1. **Introducción a los fenómenos eléctricos en la atmósfera.**
2. **La descarga atmosférica. Estructura y desarrollo. Parámetros fundamentales.**
3. **Sistemas de predicción y de detección de descargas atmosféricas**
4. **Protección exterior: captores (pararrayos, mallas, hilos de guardia y captores naturales). Comportamiento físico y criterios de instalación.**
5. **Conducción a tierra de la corriente de descarga: conductores de bajada**
6. **Dispersión en tierra de la descarga: conexiones y cableados de tierra**
7. **Resumen de efectos de las descargas atmosféricas en personas, estructuras y sistemas**
8. **Captore no convencionales: dispositivos disipativos y de cebado. Evaluación del funcionamiento pretendido.**
9. **Protección contra sobretensiones de origen atmosférico en sistemas eléctricos y electrónicos. Protectores: características, selección e instalación.**
10. **Evaluación de riesgo. Principios generales según IEC 62305.**

# Facultad de Ingeniería

## Comisión Académica de Posgrado

---

### Bibliografía:

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

- 1) **Material que se entrega durante el curso.**
    - "Notas para el curso de protección contra descargas atmosféricas" (2013) M. Simon, C. Briozzo, A. Carranza, L. Patrón 2012 (355 pp)
    - Tablas, ilustraciones y gráficas. (260 pp)
- 

- 2) **Material de referencia. (Usado en la elaboración del curso).**

### Libros

- [1] Rakov, V. y Uman, M. "Lightning", 687 pp. Cambridge 2005, UK ISBN 0-521-58327-6.
- [2] MacGorman, D., Rust, W. D. "The Electrical Nature of Storms" 422 pp Oxford Univ. Press, New York 1998 ISBN 0-19-507337-1.
- [3] Feynman, Leighton, Sands: "The Feynman lectures on Physics", Vol II, Electromagnetismo y Materia. Addison Wesley, 1972.
- [4] Uman, M. A. "All about Lightning", Dover 1986 ISBN 0-486-25237-X.
- [5] Uman, M. A. "Lightning", Dover 1969 0-486-64575-4.
- [6] Uman, M. A. "The Lightning Discharge", Dover 2001 ISBN 0-486-41463-9.
- [7] Block, Roger: "The Grounds of Lightning and EMP Protection" PolyPhaser Corp. 1993.
- [8] Liew Ah Choy "Lightning and Lightning Protection" Course Material, National University of Singapore, 1998.
- [9] Rand, K. and Klobassa, B. "Lightning Protection Course" PolyPhaser Corp., Minden, NV. EEUU, 1998.
- [10] Kithil, R. "Certified Lightning Safety Professional Course" National Lightning Safety Institute, Louisville CO. EEUU, 2001.

### Normas y reglamentos

- [11] BS6651 ; "Code of Practice for Protection of Structures against Lightning". British Standard, (UK) 1992.
- [12] IEC 62305-1/2/3/4, "Protection of Structures against Lightning". International Electrotechnical Commission, 2006.
- [13] SABS 0313 "The Protection of Structures against Lightning". South African Standard, 1999.
- [14] NFPA 780 "Standard for the Installation of Lightning Protection Systems". National Fire Protection Association, EEUU, 2004.
- [15] SSCP33 "Code of Practice For Lightning Protection". Singapore Institute of Standards and industrial Research, 1996.

## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

---

[16] IEEE C62.41 "Recommended Practices on Surge Voltages in Low Voltages AC Power Circuits". IEEE - ANSI Standard, 1991.

[17] API/EI 545-A "Verification of Lightning Protection Requirements for Above Ground Hydrocarbon Storage Tanks". API - EI Standard, 2009.

[18] Polyphaser Corp. [www.polyphaser.com](http://www.polyphaser.com)

[19] MTL Surge Technologies. [www.mtlsurgetechnologies.com](http://www.mtlsurgetechnologies.com)

### Artículos complementarios

[20] Mackerras, Darveniza, Liew: "Review of Claimer Enhanced Lightning Protection of Buildings by Early Streamer Emission Air Terminals" IEE Proc. Sci, Meas, Technology, Vol 144, Jan 1997.

[21] Uman, M. A., Rakov, V. "A Critical Review of Nonconventional Approaches to Lightning Protection" American Meteorological Society, BAMS, Dec.2002, pp 1809 -1820.

[22] Torres Sánchez, H. "Puntas Franklin y Dispositivos no Convencionales de Protección Contra Rayos" ALTAE 2003, San José, Costa Rica, agosto 2003.

[23] Moore, C. B., Aulich, G. and Rison, W. "Responses of Lightning Rods to Nearby Lightning" International Conference on Lightning and Static Electricity, Aerospace Congress and Exhibiton, Seattle, USA, 10-14 de Setiembre, 2001.

[24] Mackerras, D., Darveniza, M., Liew, A. C. "Standard and Non-standard Lightning Protection Methods" Journal of Electrical and Electronics Engineering, Australia - IE Aust. and IREE Aust. Vol 7 N° 2, Junio 1987.

[25] Cooray, V., Rakov, V., Theethayi, N., "The lightning striking distance - Revisited", Journal of Electrostatics, Nr. 65 (2007) 296-306, [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).

[26] Report of the Federal Interagency Lightning Protection User Group. "The Basis of Conventional Lightning Protection Technology" Junio 2001.

[27] Block, R. R., "Dissipation Arrays, Do they work?" Mobile Radio Technology, Abril 1988.

[28] Hartono, Z. A., Robiah, I "Conventional and Unconventional Lightning terminals: An Overview" Forum on Lightning Protection Jaya, Malaysia, Enero, 2004.

[29] Rodríguez Montes, A. "Pararrayos CTS y CEC, cómo funcionan, implantación y seguimiento", INT, Andorra, [www.pararrayos.org](http://www.pararrayos.org).

[30] Tesla, Nikola. "Lightning Protector" US Patent N° 1,266,175, 14 de Mayo, 1918.

[31] Mousa A. "The Applicability of Lightning Elimination Devices to Substations and Power Lines", IEEE Transactions on Power Delivery, vol 13, N° 4, Octubre 1998.

[32] Zipse, Donald W., "Lightning Protection Systems, Advantages and Disadvantages" IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 30 N° 5, Setiembre / Octubre 1994.

[33] Mousa A. "Validity of the Lightning Elimination Claim", Power Engineering Society General Meeting, Toronto, 13 - 17 de Julio, 2003.

## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

---

[34] Carpenter, R. y Auer, R., "Lightning and Surge Protection of Substations", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 31, Nr., Enero- Febrero 1995.

[35] Rison, William "There Is No Magic To Lightning Protection; Charge Transfer Systems Do Not Prevent Lightning Strikes". New Mexico Institute of Mining and Technology, Langmuir Laboratory for Atmospheric Research. Artículo para NLSI, [www.lightningsafety.com](http://www.lightningsafety.com). 2002.

[36] Zipse, Donald W., "Lightning Protection Methods: An Update and a Discredited System Vindicated" IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 37 N° 2, Marzo - Abril 2001.

[37] Rand, K. "Lightning Protection And Grounding Solutions For Communication Sites" 90pp. Polyphaser Inc. Material de Curso, 2000.

[38] Cooray, V. and Zitnik, M., "On Attempts to Protect a Structure from Lightning Strikes by Enhanced Space Charge Generation", 27th International Conference on Lightning Protection, Avignon, France, 2004.

[39] Aleksandrov, N. L., Carpenter R. B., Bazelyan, E. M., Drabkin, M. M. y Raizer, Yu. P. "The Effect of Coronae on Leader Initiation and Development under Thunderstorm Conditions and in long Air Gaps", J. Phys. D.: Appl. Phys. 34 2001.

[40] Aleksandrov, N. L., Bazelyan, E. M., Raizer, Yu. P., "The Effect of a Corona Discharge on a Lightning Attachment", Plasma Physics Reports, Vol. 31, No 1, 2005.

[41] Bishop D., "Lightning Devices undergo Tests at Florida Airports", Mobile Radio Technology Mayo, 1990.

[42] Krider E. P. y Kehoe K. E., "On Quantifying the Exposure to Cloud-to Ground Lightning", International Conference on Lightning Protection, Francia, Setiembre, 2004.

[43] Molina, J., Viggiano, D., "Diseño y Adecuación de Sistemas de Protección Contra Rayos", CVIE, 2004.

[44] Norme Française "Protection des structures et des zones ouvertes contre la foudre par paratonnerre à dispositif d'Amorçage" Norme Française NF C 17-102, Julio, 1995.

[45] Aplicaciones Tecnológicas S. A. Folleto del dispositivo Ion-Corona DATCONTROLLER. Folleto comercial.

[46] Gruet, P. "Etude des Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage" 89 pp, Laboratoire d'Evaluation des Equipements Electriques. Direction de la Certification. Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, France, Octubre 2001.

[47] Mclvor, S., Carpenter, R., Drabkin, M. "Evaluation of Early Streamer Emission Air Terminals" ITEM 1998.

[48] Liew Ah Choy "Principles of Lightning Protection", Material del curso "Lightning and Lightning Protection", National University of Singapore 1998.

[49] Bouquegneau, C. "Laboratory Tests on Some Radioactive and Corona Lightning Rods - Faculté Polytechnique de Mons, Belgium" 18th International Conference on Lightning Protection ICLP, Munich, 16 - 20 de Setiembre, 1985.

[50] CIGRE. Statement of CIGRE Working Group 33.01 "Lightning". CIGRE 95 SC 33 (WG 01)17 IWD 24 de Mayo, 1995.

[51] National Lightning Safety Institute (NLSI) "Lightning Protection for Engineers" 216 pp. NLSI 2004. ISBN 0-9759001-0-2.

[52] Hartono, Z. A., Robiah, I., "A Study of Non- Conventional Air Terminals and Stricken Points in a High Thunderstorm Regi[53] Hartono Z. A., I. Robiah, "A Long Term Study on the Performance of Early Streamer Emission Air Terminals in a

## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

---

High Keraunic Region”, Asia-Pacific Conference on Applied Electromagnetics (APACE 2003), Shah Alam, Malaysia, Agosto 2003.

[54] Bülent Ozince, EE Turquía. “Lightning Protection on Radar Sites” Comunicación personal a NLSI y NOAA, 16 de Febrero 2004.

[55] Pedersen, Aage ICLP. “Comments to NFPA’s Proposal of Resigning from Issuing Lightning Standards”. Recomendación a NFPA. 12 de Setiembre, 2000.

[56] Pedersen, Aage. The result of a Court Case Concerning ESE Devices. 21 de Enero, 2004. Fecha: 23-10-2003 - CV 96-2796 PHX ROS, Heary Bros. Lightning Protection Co., Inc., et al. vs. Lightning Protection Institute, et al..

[57] United States District Court for the District of Arizona. “Heary Bros. Et al. Plaintiffs, vs National Fire Protection Association, Inc. et al., Defendants. No. CIV 96-2796 PHX/ROS. Injunction and Order Re: Heary

Bros. Lightning Protection Inc., Lightning Preventor of America Inc. and National Lightning Protection Corp.” Roslyn O. Silver, U.S. District Judge, 7 de Octubre, 2005.

[58] United States District Court for the District of Arizona. “Heary Bros. Lightning Protection Inc.; Lightning Preventor of America Inc.; National Lightning Protection Corporation, Plaintiffs, vs National Fire Protection

Association, Inc.; Lightning Protection Inst.; Allan P. Steffes; Thompson Lightning Protection Co., Inc.; East Coast Lightning Equipment, Inc., Defendants. No. CIV 96-2796 PHX/ROS. Judgment” Roslyn O. Silver, U.S. District Judge, 7 de Octubre, 2005 on” 25th International Conference on Lightning Protection, ILCP, Rhodes, Greece, 18-22 de Setiembre 2000.

---

**Facultad de Ingeniería  
Comisión Académica de Posgrado**

---

**Datos del curso**

---

**Fecha de inicio y finalización:**segundo semestre

**Horario y Salón:** Martes y Miércoles de 9:00 a 13:00 hrs. y de 14:00 a 18:00 hrs., en salón a definir

**Arancel:** 3083 UI

---