

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Electrónica

**“INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL EN LA
INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE
TOMÓGRAFOS”**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:

Ingeniero Electrónico

Autor:

Edgard Aaron Tarazona Lino

Asesor:

Mg. Jorge Luis Contreras Cossio
<https://orcid.org/0000-0001-7801-5833>

Lima – Perú

2023

INFORME DE SOLICITUD

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	www.przetargi.info Fuente de Internet	5%
2	dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	docplayer.es Fuente de Internet	1%
4	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%
8	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%

Tabla de contenidos

INFORME DE SIMILITUD.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN EJECUTIVO	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Contextualización de la experiencia profesional.....	12
1.2. De la empresa	14
1.2.1. Principales clientes	15
1.2.2. Misión.....	16
1.2.3. Visión	16
1.2.4. Organigrama.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes	17
2.2. Bases teóricas	18
2.2.1. Concepto general de la tomografía computarizada	18
2.2.2. Principios de la tomografía computarizada	19
2.2.3. Función en el diagnóstico por imagen.....	19
2.2.4. Conceptos teóricos	19
2.2.4.1. Rayos X.....	19
2.2.4.2. Tubo de Rayos X.....	20
2.2.4.3. Generador	20
2.2.4.4. Colimador	20

2.2.4.5. Detector	20
2.2.4.6. Dosis	21
2.2.4.6. Generación de Tomógrafos.	21
2.2.5. Partes principales de un equipo de tomografía.....	23
2.2.6. Requisitos de protección radiológica en diagnostico medico con rayos X	23
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	25
3.1. Descripción del proyecto.....	25
3.2. Experiencias Adquiridas.....	25
3.3. Funciones de cargo	30
3.4. Identificación del problema.....	31
3.4.1. Problema General	32
3.4.2. Problemas Específicos.....	32
3.5. Objetivos	33
3.5.1. Objetivo General	33
3.5.2. Objetivo Específico	33
3.6. Desarrollo del proyecto	33
3.6.1. Preinstalación	33
3.6.1.1. Planificación del proyecto	34
3.6.1.2. Condiciones ambientales	38
3.6.1.3. Condiciones del suelo.....	39
3.6.1.3.1. Durante el traslado.....	39
3.6.1.3.2. En el ambiente	40
3.6.1.4. Canaletas	41
3.6.1.5. Access Point (AP)	43
3.6.1.6. Luz de Emergencia	43
3.6.2. Instalación.....	44
3.6.2.1. Transporte de tomógrafo a un sótano	44

3.6.2.2. Preparación del recorrido	45
3.6.2.3. Revisión de indicadores y desembalaje.....	46
3.6.2.4. Traslado del equipo	47
3.6.2.5. Posicionamiento del equipo.....	50
3.6.2.6. Nivelación del Gantry y la Mesa.....	51
3.6.2.7. Retiro de accesorios de seguridad de transporte	53
3.6.2.8. Instalación de UPS	53
3.6.2.9. Cableado de componentes	53
3.6.2.10. Configuración de Servicio Inteligente Remoto – SRS	54
3.6.2.11. Instalación de la sala de comando	55
3.6.2.12. Configuración de TAP.....	56
3.6.2.13. Instalación de componentes del equipo.....	57
3.6.2.13.1. Instalación de control alámbrico e inalámbrico.....	57
3.6.2.13.3. Instalación de Haloriel.....	58
3.6.2.13.4. Instalación de Tablet	58
3.6.2.13.5. Instalación de ECG.....	60
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	61
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS	85
ANEXOS	88
Anexo 1: Requerimientos de Preinstalación – SOMATOM go.All/go.Top	88
Anexo 2 Tablero eléctrico	92
Anexo 3 Herramientas requeridas	95
Anexo 4 Planos de instalación.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clientes principales.....	16
Tabla 2 Prueba de Generador	28
Tabla 3 Especificaciones del equipo.....	34
Tabla 4 Medidas de los componentes	40
Tabla 5 Carga resultante del gantry	40
Tabla 6 Configuración de transformador.....	56
Tabla 7 Medición Protocolar	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tomógrafo SOMATOM go – Clínica Limatambo	12
Figura 2 Instalación de Tomógrafo – Clínica Internacional	14
Figura 3 Ubicación	15
Figura 4 Organigrama de la empresa	16
Figura 5 Instalación de Tomógrafo SOMATOM go.Up en la provincia de Cañete.....	26
Figura 6 Instalación de Tomógrafo Somatom go.Sim en la ciudad de Chiclayo	26
Figura 7 Instalación de Tomógrafo SOMATOM go.Top en la ciudad de Ica.....	27
Figura 8 Instalación de Tomógrafo con fallo en el Generador	28
Figura 9 Slip Ring con fallas	29
Figura 10 Slip Ring en buen estado	29
Figura 11 Fabricación de piezas	31
Figura 12 Plano de ingreso	35
Figura 13 Plano propuesto por el cliente	36
Figura 14 Plano dado por el proveedor.....	37
Figura 15 Aire acondicionado	38
Figura 16 Deshumecedor	39
Figura 17 Bandeja de aire	41
Figura 18 Bandeja dentro del suelo	42
Figura 19 Cableado por tubería	42
Figura 20 Punto de Access Point.....	43
Figura 21 Luz de emergencia	44
Figura 22 Descarga de cajas contenedoras	45
Figura 23 Descarga con pluma	46
Figura 24 Instalación de tecla y viga	47
Figura 25 Ingreso de tomógrafo por ascensor	48
Figura 26 Ingreso de equipo sin cubiertas	49
Figura 27 Ingreso de equipo al ambiente.....	49
Figura 28 Plantilla de la mesa.....	50
Figura 29 Equipo fijado	51
Figura 30 Alineación de Mesa – Gantry	52
Figura 31 Alineación de Gantry	52
Figura 32 Diagrama de bloques	53

Figura 33 Diagrama de bloques	54
Figura 34 Sala de comando.....	55
Figura 35 Transformador configurable.....	56
Figura 36 Control Alámbrico.....	57
Figura 37 Haloriel.....	58
Figura 38 Tablet.....	59
Figura 39 Mapa de calor del ambiente	59
Figura 40 Medición de Secuencia de Fases	62
Figura 41 Medición de Voltaje L1-L2.....	62
Figura 42 Medición de Voltaje L1-L3.....	63
Figura 43 Medición de Voltaje L1-N	63
Figura 44 Medición de Voltaje L2-L3.....	64
Figura 45 Medición de Voltaje L2-N	64
Figura 46 Medición de Voltaje L3-N	65
Figura 47 Medición de Voltaje N-Tierra	65
Figura 48 Poniendo a cero los cables de prueba.....	66
Figura 49 Medición de Impedancia L1-L2.....	67
Figura 50 Medición de Impedancia L1-L3.....	67
Figura 51 Medición de Impedancia L1-N	68
Figura 52 Medición de Impedancia L2-L3.....	68
Figura 53 Medición de Impedancia L2-N	69
Figura 54 Medición de Impedancia L3-N	69
Figura 55 Medición de Continuidad en Monitor	70
Figura 56 Medición de Continuidad en Gantry	71
Figura 57 Medición de Continuidad en Mesa.....	71
Figura 58 SSH Key Exchange	73
Figura 59 Posicionamiento de fantoma	79
Figura 60 Prueba de Calidad de Imagen.....	82
Figura 61 Escaneo y Procesamiento de fantoma	82

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente informe de suficiencia profesional, se describe la experiencia del autor en la instalación y puesta en marcha de tomógrafos, laborando en el rubro de la ingeniería biomédica desde el año 2019 al 2023, habiendo instalado un aproximado de 30 equipos de tomografía en todo el Perú para la empresa INSMETAR S.A.C. durante el periodo 2019-2021, además, dicha sociedad también se encarga de la instalación de mamógrafos, fluoroscopios y equipos de rayos X, a la vez brinda servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos como resonadores, medicina nuclear, tomografía, rayos X estacionario y móvil, angiógrafos, ecógrafos y fluoroscopios.

Dada la falta de información sobre la instalación de equipos médicos de diagnóstico por imagen, como tomógrafos, se decide iniciar este trabajo, en donde se narra los requisitos que debe tener un ambiente de tomografía para que cumpla con las normas establecidas por la IPEN, sobre protección radiológica, que posteriormente será aprobada por la OTAN al acabar con la puesta en marcha, para el transporte, desempaquetamiento, instalación electromecánica y startup, se precisa de un personal capacitado, con el fin de evitar accidentes, tanto de los colaboradores como del equipo.

Se concluyó que el trabajo en equipo, la organización, el planeamiento y los conocimientos para la instalación y funcionamiento de un Tomógrafo son esenciales para efectuar correctamente este trabajo.

Palabras clave: Instalación, Equipos Médicos, Tomografía, Mantenimiento.

NOTA

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto**, por determinación de los propios autores amparados en el Texto Integrado del Reglamento RENATI, artículo 12.

REFERENCIAS

- Ray, S., Kendall, C. (2002). *COMPUTED TOMOGRAPHY GANTRY COOLING SYSTEMS AND METHODS*. GE Medical Systems Global Technology Company.
- Santisteban, O. (2014). *Historia y Generaciones de la Tomografía Computada*. Escuela Académico Profesional de Tecnología Médica – Área de Radiografía, Universidad Mayor de San Marcos.
- Seiberth, A., (2004). *X-Ray Imaging Physics for Nuclear Medicine Technologists. Part 1: Basic Principles of X-Ray Production*. Department of Radiology, Imaging Research Center, University of California Davis.
- Ramirez, J. C., Arboleda y C., McCollough, C., (2008). *Tomografía computarizada por rayos X: fundamentos y actualidad*. Escuela de Ingeniería de Antioquia–Universidad CES, Medellín, Colombia.
- Romans, L. (2011) *Computed Tomography for Technologists: a comprehensive text*. Wollters Kluwer Health / Lippincott Williams & Wilkins.
- López, A., Blanco, D., Perera, J. y Nader, A. (2015). *Evaluación de la calidad de imagen en Tomografía Computada en Uruguay*. SOCIEDAD ARGENTINA DE RADIOPROTECCIÓN.
- Prabhu, S., Kumari, D., Bangera, S., Bhat, S. (2020). *Production of X-RAYS using X-RAY Tube*. College of Computer Science and Information Science, Srinivas University, Mangalore.
- Acharya, R., Wasserman, R., Stevens, J., Hinojosa, C. (1994). *BIOMEDICAL IMAGING MODALITIES: A TUTORIAL*. Department of Electrical and Computer Engineering, Biomedical Imaging Group (BMIG).
- Raudales, I. (2014). *IMÁGENES DIAGNÓSTICAS: CONCEPTOS Y GENERALIDADES*. Universidad Autónoma de Santo Domingo.
- Ren, L., Zheng, N., y Liu, H., (2017) *Tutorial on X-ray photon counting detector characterization*. Journal of X-Ray Science and Technology.
- Frederico, M., Banguero, Y., Martusciello, J., Macchi, D. (2020). *LAS PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD DE IMAGEN EN LOS TOMÓGRAFOS Y SU SIGNIFICADO EN LA PRÁCTICA CLÍNICA*. Sociedad de radiología e imagenología del Uruguay.
- Siemens Healthineers. *Photon-counting CT*. Obtenido de <https://www.siemens-healthineers.com/computed-tomography/technologies-and-innovations/photon-counting-ct>
- Gupta, R. (2015) *Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents*. Toxicology Department, Breathitt Veterinary Center, Murray Sate University.

- CT Scanner (30 de Mayo de 2015). *Components of CT Scan*. Obtenido de http://ctscannerinfo.blogspot.com/2015/05/components-of-ct-scan_30.html
- Spellman High Voltage Electronics Corporation. *NOTAS DE APLICACIÓN – GENERADORES DE RAYOS-X*. Obtenido de <https://www.spellmanhv.com/es/Technical-Resources/Application-Notes-X-Ray-Generators/AN-02#Temperatura/vida-%C3%BAtil>
- Angulo, T. (2009). *ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN DE UN EQUIPO DE TOMOGRAFÍA AXIAL COMPUTARIZADA*. Instituto Politécnico Nacional.
- Saunders, J., Ohlerth, S. (2011) *CT Physics and Instrumentation – Mechanical Design. Veterinary Computed Tomography*, First Edition, Zurich
- Geleijns, J., Calzado, A. (2010) *Tomografía computarizada. Evolución, principios técnicos y aplicaciones. Departamento de Radiología y Medicina Física. Universidad Complutense, Madrid y Radiology Department. Leiden University Medical Center.*
- López, M., Flores, P., Loza, E. (2014). *CRITERIOS PARA LA INSTALACION DE EQUIPOS DE TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA (TC)*. Universidad Don Bosco.
- Michael, G. (2001). *X-ray computed tomography*. The Centre for Medical, Health and Environmental Physics, Queensland University of Technology.
- Pino, O. (2021). *Guía Técnica para la Planificación, Instalación y Puesta en Marcha de un Sistema de Tomografía de Cuarta Generación*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.
- Cantatore, A., Müller, P. (2011). *Introduction to computed tomography*. Technical University of Denmark.
- Vaca, E. (2002). *GUIA TÉCNICA DE INSTALACIÓN, AJUSTE, Y PUESTA EN MARCHA DE UN EQUIPO DE TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA*. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.
- McClelland, I. (2004). *X-ray equipment maintenance and repairs workbook*. WORLD HEALTH ORGANIZATION.
- Cunhingham, I., Judy, P. (2000) *Computed Tomography*. Robarts Research Institute, and the University of Western Ontario y Brigham and Women’s Hospital and Harvard Medical School.
- Gonzales, J. (2011). *MANUAL PRACTICO DE TOMOGRAFIA*. FTM 2011.
- Arlazarov, V., Nikolaev, D., Arlazarov, V., Chukalina, M. (2021). *X-ray tomography: the way from layer-by-layer radiography to computed tomography*. Smart Engines Service LLC, Computer Science and Control, RAS Institute for Systems Analysis y Institute for Information Transmission Problems (Kharkevich Institute) RAS.
- García, P. (2008). *Principios Técnicos de la Tomografía Computarizada*. Editorial Ciencias Médicas.

Almenara, C. (2007) Tomografía Axial Computarizada. Universidad Ricardo Palma. Perú

INSTITUTO PERUANO DE ENERGIA NUCLEAR (2013). *REQUISITOS DE
PROTECCIÓN RADIOLÓGICA EN DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS X.*