



MINISTERIO DE EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN

INSTITUTO DE INGENIERÍA QUÍMICA

FACULTAD DE INGENIERÍA
1939 - 2014

Curso: Diseño de controladores utilizando álgebra lineal

Equipo Docente:

Profesor:

Dr.-Ing. Gustavo Scaglia

Modalidad: Clases teóricas y prácticas

Cronograma:

1º día: 8:00 a 13:00 hs. Motivación del curso mediante una presentación en donde se muestra a grandes rasgos la técnica de diseño y las aplicaciones. Unidad 1 intercalado con parte práctica.

2º día: 8:00 a 13:00 hs. Unidad 1 intercalado con parte práctica.

3º día: 8:00 a 13:00 hs. Unidad 1 y 2 intercalado con parte práctica.

4º día: 8:00 a 13:00 hs. Unidad 3 y 4 intercalado con parte práctica.

5º día: 8:00 a 13:00 hs. Exposición y Discusión de trabajos finales

Evaluación: se entregará un caso de aplicación el cual deberá ser desarrollado durante el transcurso del mismo realizando su exposición y evaluación al concluir las clases teóricas.

PROGRAMA

1. Fundamentos matemáticos:

Proyecciones ortogonales y mínimos cuadrados. Preliminares y Revisión. Eliminación gaussiana - Notación matricial. Eliminación gaussiana. Factorización de matrices. Matrices particionadas. Espacios Vectoriales y Subespacios. Los cuatro subespacios fundamentales. Ortogonalidad de vectores y subespacio. Productos internos. Proyecciones sobre subespacios y aproximaciones por mínimos cuadrados. Bases ortogonales. La pseudoinversa y la descomposición en valor singular. Mínimos cuadrados ponderados. Polinomios de Legendre. Serie de Fourier.

2. Diseño de controladores utilizando métodos algebraicos:

Descripción de la técnica. Método de Euler. Método trapezoidal



3. Aplicaciones:

Aplicación a sistemas típicos.

4. Implementación el software Matlab y simulaciones

BIBLIOGRAFIA

- Rómoli S, Amicarelli AN, Ortiz OA, Scaglia GJE, di Scascio F. Nonlinear control of the dissolved oxygen concentration integrated with a biomass estimator for production of *Bacillus thuringiensis* β -endotoxins. Computers & Chemical Engineering. Octubre 2016, 93, 13-24. ISSN: 0098-1354
- Linda Capito, Pablo Proaño, Andrés Rosales, Oscar Camacho, Gustavo Scaglia. (2016). "Experimental Comparison of Control Strategies for Trajectory Tracking for Mobile Robots." International Journal of Automation and Control, Vol. 10, No. 3, 2016. ISSN print: 1740-7516. pp 308 – 327
- Claudio Rosales, Paulo Leica, Mario Saramelli-Filho, Gustavo Scaglia, Ricardo Carelli, (2016), 3D Formation Control of Autonomous Vehicles Based on Null-Space. Journal of Intelligent & Robotic Systems, pp 1-15, ISSN 0921-0296.
- Fernando A. Auat Cheein, Gustavo Scaglia, Miguel Torres-Torriti, Jose Guivant, Alvaro Javier Prado, Jaime Arno, Alexandre Escola, Joan R. Rosell-Polo, (2016), Algebraic path tracking to aid the manual harvesting of olives using an automated service unit. Biosystems engineering, 142 (febrero 2016), 117 – 132. ISSN, 1537-5110.
- Gustavo Scaglia, Emanuel Serrano, Andrés Rosales, Pedro Albertos, Linear interpolation based controller design for trajectory tracking under uncertainties: Application to mobile robots, Control Engineering Practice, Volume 45, December 2015, Pages 123-132, ISSN 0967-0661, <http://dx.doi.org/10.1016/j.conengprac.2015.09.010>. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967066115300216>)
- Mario Emanuel Serrano, Sebastián Godoy, Vicente Mut, Oscar Ortiz, Gustavo Scaglia. "A nonlinear trajectory tracking controller for mobile robots with velocity limitation via parameters regulation". Robotica Cambridge University, Aceptado el 24-02-2015. doi:10.1017/S026357471500020X.
- Santiago Rómoli, Mario Emanuel Serrano, Oscar Alberto Ortiz, Jorge Rubén Vega, Gustavo Juan Eduardo Scaglia (2015). TRACKING CONTROL OF



CONCENTRATION PROFILES IN A FED-BATCH BIOREACTOR USING A LINEAR ALGEBRA METHODOLOGY. ISA Transactions. ISSN: 0019-0578. In Press, Corrected Proof. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.isatra.2015.01.002>. Vol. 57, pp 162-171.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019057815000038>

- G.J.E. Scaglia, M.E. Serrano, S.A Godoy, O.A. Ortiz and J.R. Vega. CONTROL OF A FED-BATCH FERMENTER BASED ON A LINEAR ALGEBRA STRATEGY. Latin American Transactions IEEE, VOL. 12, NO. 7, pp 1206-1213. ISSN 1548-0992.
- Serrano, M. E., Scaglia, G. J. E., Aballay, P., Ortiz, O. A., Mut, V. (2014). Linear Algebra Based Controller Design for Trajectory Tracking of Typical Chemical Process. *Latin American Applied Research*, 44 (4), 313-318. (URL: http://www.laar.uns.edu.ar/accepted_papers.htm)
- Mario Emanuel Serrano, Gustavo Juan Eduardo Scaglia, Fernando Auat Cheein, Vicente Mut and Oscar Alberto Ortiz (2014). Trajectory-tracking controller design with constraints in the control signals: a case study in mobile robots. *Robotica*, Available on CJO 2014 doi:10.1017/S0263574714001325.
- Scaglia, G., Aballay, Pablo M., Serrano, M. E., Ortiz, O. A., Jordan, M., Vallejo, M. D. (2014). Linear algebra based controller design applied to a bench-scale oenological alcoholic fermentation. *Control Engineering Practice* 25, 66–74. Editorial: Elsevier. ISSN: 0967-0661. (URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conengprac.2014.01.002>. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967066114000318>).
- Claudio Rosales, Daniel Gandolfo, Gustavo Scaglia, Mario Jordan, Ricardo Carelli. Trajectory tracking of a mini four-rotor helicopter in dynamic environments - a linear algebra approach. *Robotica*, paper aceptado 17 de Marzo del 2014. doi:10.1017/S0263574714000952. ISSN: 0263-5747.
- Aballay, P. M., Scaglia, G. J. E., Vallejo, M. D., Ortiz, O. A. (2014). Minimización de los Consumos de Agua y Energía durante la Fermentación Alcohólica No Isotérmica en Vinos. *Tecnología y Ciencia (Revista de la Universidad Tecnológica Nacional-República Argentina)* 1 (24), 175-182. Editorial: Universidad Tecnológica Nacional - Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado, ISSN: 1666 – 6917 (versión impresa).
- F. Auat Cheein and G Scaglia. Trajectory Tracking Controller Design for Unmanned Vehicles: a New Methodology. In *Journal of Field Robotics*, Article first published online : 27 DEC 2013, Volume 31, Issue 6, pages 861–887, November/December 2014. ISSN: 1556-4959. DOI: 10.1002/rob.21492.



Gandolfo, C. Rosales, D. Patiño, G. Scaglia, M. Jordan. (2013). "Trajectory Tracking Control of a PVTOL Aircraft Based on Linear Algebra Theory". Asian Journal of Control, Article first published online : 11 DEC 2013, DOI: 10.1002/asjc.819. ISSN: 1561-8625.

- Ferrano, Gustavo Scaglia, Sebastian Godoy, Vicente Mut and Oscar Ortiz, Trajectory Tracking of Underactuated Surface Vessels: a Linear Algebra, IEEE TRANSACTIONS ON CONTROL SYSTEMS TECHNOLOGY, doi: 10.1109/TCST.2013.2271505.

- Mario E. Serrano, Gustavo J. E. Scaglia, Vicente Mut, Oscar A. Ortiz, Mario Jordan, (2013), "Linear Algebra Based Controller Design: a case study in Underactuated Surface Vessels", Control Engineering and Applied Informatics Journal. Vol.15, No.4 pp. 15-25, 2013. ISSN 1454-8658.

- Fernando Auat Cheein, Gustavo Scaglia (2012). Laser-Based Trespassing Prediction in Restrictive Environments: A Linear Approach. Sensors 2012, 12, 11870-11887; doi:10.3390/s120911870 ISSN 1424-8220.

- Fernando A. Auat Cheein, Fernando di Sciascio, Gustavo Scaglia and Ricardo Carelli (2011). Towards features updating selection based on the covariance matrix of the SLAM system state. Robotica, 29, pp 271-282 doi:10.1017/S0263574710000111.

Rosales Andrés, Gustavo Scaglia, Vicente Mut and Fernando di Sciascio (2011). Formation control and trajectory tracking of mobile robotic systems – a Linear Algebra approach. Robotica, 29, Volume 29 / Issue 03 / mayo 2011, pp 335 – 349 doi:10.1017/S0263574710000068.

- Scaglia Gustavo, Andrés Rosales, Lucia Quintero, Vicente Mut, Ravi Agarwal.(2010). "A Linear-Interpolation-based Controller Design for trajectory Tracking of Mobile Robots". Control Engineering Practice, vol. 18 (2010), Volume 18, Issue 3, March 2010, Pages 318–329 ISSN: 0967-0661.
- Fernando Auat Cheein, Gustavo Scaglia, Fernando di Sciasio and Ricardo Carelli (2009). Feature Selection Criteria for Real Time EKF-SLAM Algorithm, International Journal of Advanced Robotic Systems, ISSN: 1729-8806, IN-TECH, Available from: <http://sciyo.com/articles/show/title/feature-selection-criteria-for-real-time-ekf-slam-algorithm?PHPSESSID=aj9ndladpclbgbn0bvntd6evn3>.
- Quintero Montoya, O. ;Amicarelli, A. ;Scaglia, G. ;di Sciascio, F. .Control based on numerical methods and recursive Bayesian estimation in a continuous alcoholic fermentation process. BioResources ,ISSUE 4(4) (nov. 2009).1372-1395.



Scaglia Gustavo, Quintero Olga Lucia, Mut Vicente, di Sciascio Fernando (2009). "Numerical Methods Based Controller Design for Mobile Robots". *Robotica*, Volume 27, Issue 02, Mar 2009, pp 269-279 doi: 10.1017/S0263574708004669, Published online by Cambridge University Press 23 Jun 2008, ISSN 0263-5747.

- Scaglia J. E., Vicente A. Mut, Mario Jordan, Carlos Calvo, Lucia Quintero "MOBILE ROBOT CONTROL BASED ON ROBUST CONTROL TECHNIQUES", *Journal of Engineering Mathematics*, Volume 63 Number 1, DOI 10.1007/s10665-008-9252-0, enero 2009, page 17-32, ISSN 0022-0833 (Print) 1573-2703 (Online), Editor Springer Netherlands
- Scaglia, G.J.E., Aballay, P.M., Mengual, C.A., Vallejo, M.D., Ortiz, O.A., Improved phenomenological model for an isothermal winemaking fermentation, *Food Control* (2009), vol 20, Issue 10, page, 887-895, ISSN 0956-7135.
- Andrés Rosales, Gustavo Scaglia, Vicente Mut and Fernando di Sciascio (2009). Trajectory tracking of mobile robots in dynamic environments—a linear algebra approach. *Robotica*, Volume 27, Issue 07, Dec 2009, pp 981-997 doi: 10.1017/S0263574709005402, Published online by Cambridge University Press 26 Feb 2009.
- Andrés Rosales, Gustavo Scaglia, Vicente Mut, Fernando di Sciascio (2009). Navegación de Robots Móviles en Entornos no Estructurados utilizando Álgebra Lineal. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, ISSN 1697-7912, vol 6 Nº 2, pp 79-88.
- Strang G. (2007). "Álgebra Lineal y sus aplicaciones", International Thomson Editores.
- Piskunov N. (1977). "Cálculo diferencial e Integral", Editorial MIR, Moscú.
- William E. Boyce y Richard C. Di Prima (2010). "Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera", LIMUSA WILEY.
- Elsgoltz L. (1969). "Ecuaciones diferenciales y cálculo de variaciones", Editorial MIR, Moscú.
- Cohen, A. M., J. F. Cutts, R. Fielder, D. E. Jones, J. Ribbans, E. Stuart. (1977). "Análisis Numérico", Editorial Reverté S. A., Barcelona.