

**ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERS
INDUSTRIALS DE BARCELONA (UPC)**
Departament d'Enginyeria Química

**CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE
PLANTAS QUIMICAS
MULTIPRODUCTO DE PROCESO
DISCONTINUO**

Autor: Antonio España Camarasa

Barcelona, septiembre de 1994

Bibliografía

- [1] Abad, A., Simulación de una planta química de fibra acrílica. Estrategia de planificación de la producción asistida por ordenador. Proyecto Final de Carrera, ETSEIB-UPC, Barcelona (1992).
- [2] Androulakis, I. P. y V. Venkatasubramanian, A Genetic Algorithmic Framework for Process Design and Optimization. *Computers and Chemical Engineering*, **15**, 217-228 (1991).
- [3] Baker, K. R., Procedures for Sequencing Tasks with One Resource Type. *Int. J. Prod. Res.*, **11**, 125-138 (1973).
- [4] Baker, K. R., *Introduction to Sequencing and Scheduling*. Wiley Heyden Ltd., New York (1974).
- [5] Birewar, D. B. y I. E. Grossmann, Incorporating Scheduling in the Optimal Design of Multiproduct Batch Plants. 1987 AIChE Annual Meeting, Paper 92e. New York City (1987).
- [6] Birewar, D. B. y I. E. Grossmann, Incorporating Scheduling in the Optimal Design of Multiproduct Batch Plants. *Computers and Chemical Engineering*, **13**, 141-161 (1989).
- [7] Birewar, D. B. y I. E. Grossmann, Efficient Optimization Algorithms for Zero Wait Scheduling of Multiproduct Batch Plants. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **28**, 1333-1345 (1989).
- [8] Birewar, D. B. y I. E. Grossmann, Simultaneous Synthesis, Sizing and Scheduling in Multiproduct Batch Plants. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **29**, 2242-2251 (1990).
- [9] Bruno, J., E. G. Coffman y R. Sethi, Scheduling Independent Tasks to Reduce Mean Finishing Time. *Com. ACM.*, **17**, 383-387 (1974).
- [10] Campbell, H. G., R. A. Dudek y M. L. Smith, A Heuristic Algorithm for the n Job m Machine Sequencing Problem. *Management Science*, **16**, 630-637 (1970).
- [11] Cerdá, J., M. Vicente, J. Gutiérrez, S. Esplugas y J. Mata, Optimal Production Strategy and Design of Multiproduct Batch Plants. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **29**, 590-600 (1990).
- [12] Cott, B. J. y S. Macchietto, Minimizing the Effects of Batch Process Variability using On-Line Schedule Modification. 1987 AIChE Annual Meeting, Paper 93f. New York City (1987).
- [13] Cott, B. J. y S. Macchietto, An Integrated Approach to Computer-Aided Operation of Batch Chemical Plants. *Computers and Chemical Engineering*, **13**, 1263-1271 (1989).

- [14] Cott, B. J. y S. Macchietto, Strategies for Operating Batch Plants Subject to Variability- A performance Assessment. En *Proc. Computer Integrated Process Engineering CIPE'89*, Volumen 114 de *I. Chem. E. Symposium Series*, págs. 1-13. The Institution of Chemical Engineers, Rugby - U.K. (1989).
- [15] Crooks, C. A., K. Kuriyan y S. Macchietto, Integration of Batch Plant Design, Automation and Operation Software Tools. *Computers and Chemical Engineering*, **16S**, S289-S296 (1992).
- [16] Das, H., P. T. Cummings y M. D. LeVan, Scheduling of Serial Multiproduct Batch Processes via Simulated Annealing. *Computers and Chemical Engineering*, **14**, 1351-1362 (1990).
- [17] Djavdan, P., Design of an On-Line Scheduling Strategy for a Combined Batch / Semicontinuous Plant Usign Simulation. *Computers and Chemical Engineering*, **16S**, S281-S288 (1992).
- [18] Duran, M. A. y I. E. Grossmann, A Mixed-Integer Nonlinear Programming Algorithm for Porcess Systems Synthesis. *AIChE Journal*, **32**, 592-606 (1986).
- [19] Egli, U. M. y D. W. T. Rippin, Short Term Scheduling for Multiproduct Batch Chemical Plants. *Computers and Chemical Engineering*, **10**, 303-325 (1986).
- [20] Espuña, A., M. Lázaro, J. M. Martínez y L. Puigjaner, Efficient and Simplified Solution to the Predesign Problem of Multiproduct Plants. 1987 AIChE Annual Meeting, Paper 92g. New York City (1987).
- [21] Espuña, A. y L. Puigjaner, Incorporating Production Planning to Batch Plants Design. 1988 AIChE Annual Meeting, Paper 82f. Washington D.C. (1988).
- [22] Espuña, A. y L. Puigjaner, On the Solution of the Retrofitting Problem for Multiproduct Batch / Semicontinuous Chemical Plants. *Computers and Chemical Engineering*, **13**, 483-490 (1989).
- [23] Espuña, A., I. Palou, G. Santos y L. Puigjaner, Adding Intermediate Storage to NonContinuous Processes. En *Computer Applications in Chemical Engineering - CAPE'90* (H. Th. Bussemaker y P. D. Iedema, Eds.), Volumen 9 de *Process Technology Proceedings*, págs. 145-152. Elsevier, Amsterdam (1990).
- [24] Faqir, N. M. y I. A. Karimi, Optimal Design of Batch Plants with Single Production Routes. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **31**, 1315-1325 (1992).
- [25] Fichtner, G., H. J. Reinhart y D. W. T. Rippin, The Design of Flexible Chemical Plants by the Application of Interval Mathematics. *Computers and Chemical Engineering*, **14**, 1311-1316 (1990).

- [26] Fisher, W. R., M. F. Doherty y J. M. Douglas, Screening of Porcess Retrofit Alternatives. *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.*, **26**, 2185-2204 (1987).
- [27] Flatz, W., Equipment Sizing for Multiproduct Plants. *Chemical Engineering*, **87**, 71-80, 25 de Febrero de 1980.
- [28] Fletcher, R., J. A. J. Hall y W. R. Johns, Flexible Retrofit Design of Multiproduct Batch Plants. *Computers and Chemical Engineering*, **15**, 843-852 (1991).
- [29] Gonzales, T. y S. Sahni, Preemptive Scheduling of Uniform Processor Systems. *J. ACM.*, **25**, 92-101 (1978).
- [30] González, T, *Optimal Mean Finish Time Preemptive Schedules*. Technical Report 220, Compt. Sci. Dept., Penn. State University, USA (1977).
- [31] Graham, R. L., E. L. Lawler, J. K. Lenstra y A. M. G. R. Kan, Optimization and Approximation in Deterministic Sequencing and Scheduling: A survey. *Annals of Discrete Mathematics*, **6**, 287-326 (1979).
- [32] Grossmann, I. E. y R. W. H. Sargent, Optimum Design of Multipurpose Chemical Plants. *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.*, **18**, 343-348 (1979).
- [33] Grossmann, I. E. y D. A. Straub, Recent Developments in the Evaluation and Optimization of Flexible Chemical Process. En *Computer Oriented Process Engineering - COPE'91* (L. Puigjaner y A. Espuña, Eds.), Volumen 10 de *Process Technology Proceedings*, págs. 49-59. Elsevier, Amsterdam (1991).
- [34] Henning, G. P., N. B. Camussi y J. Cerdá, Design and Planning of Multipurpose Plants Involving Nonlinear Processing Networks. *Computers and Chemical Engineering*, **18**, 129-152 (1994).
- [35] Hogenson, D. C., Automatic Scheduling of Batch Operations. *INTECH*, 30-32, Abril de 1990.
- [36] Imai, M. y N. Nishida, New Procedure Generating Suboptimal Configurations to the Optimal Design of Multipurpose Batch Plants. *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.*, **23**, 845-847 (1984).
- [37] Janicke, W., On the Solution of Sheduling Problems for Multi-Purpose Batch Chemical Plants. *Computers and Chemical Engineering*, **8**, 339-343 (1984).
- [38] Johnson, S. M., Optimal Two- and Tree-Stage Production Schedules with Setup Times Included. *Naval Research Logistics Quarterly*, **1**, 61 (1954).
- [39] Kanakamedala, K. B., G. V. Reklaitis y V. Venkatasubramanian, Reactive Schedule Modification in Multipurpose Batch Chemical Plants. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **33**, 77-90 (1994).

- [40] Karimi, I. A. y G. V. Reklaitis, Optimal Selection of Intermediate Storage Tank Capacity in a Periodic Batch / Semicontinuous Process. *AIChE Journal*, **29**, 588–596 (1983).
- [41] Karimi, I. A. y G. V. Reklaitis, Intermediate Storage in Noncontinuous Processes Involving Stages of Parallel Units. *AIChE Journal*, **31**, 44–52 (1985).
- [42] Karimi, I. A. y G. V. Reklaitis, Deterministic Variability Analysis for Intermediate Storage in Noncontinuous Process: Part I: Allowability Conditions. *AIChE Journal*, **31**, 1516–1527 (1985).
- [43] Karimi, I. A. y G. V. Reklaitis, Deterministic Variability Analysis for Intermediate Storage in Noncontinuous Process: Part II: Storage Sizing for Serial Systems. *AIChE Journal*, **31**, 1528–1537 (1985).
- [44] Karimi, I. A. y G. V. Reklaitis, Variability Analysis for Intermediate Storage in NonContinuous Processes: Stochastic Case. En *Proc. Process Systems Engineering PSE'85*, Volumen 92 de *I. Chem. E. Symposium Series*, págs. 663–674. The Institution of Chemical Engineers, Rugby - U.K. (1985).
- [45] Knopf, F. C., M. R. Okos y G. V. Reklaitis, Optimal Design of Batch / Semicontinuous Process. *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.*, **21**, 79–86 (1982).
- [46] Kondili, E., C. C. Pantelides y R. W. H. Sargent, A General Algorithm for Short-Term Scheduling of Batch Operations –I. MILP Formulation. *Computers and Chemical Engineering*, **17**, 211–227 (1993).
- [47] Ku, H. y I. A. Karimi, An Evaluation of Simulated Annealing for Batch Process Scheduling. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **30**, 163–169 (1991).
- [48] Ku, H. y I. A. Karimi, Scheduling Algorithms for Serial Multiproduct Batch Processes with Tardiness Penalties. *Computers and Chemical Engineering*, **15**, 283–286 (1991).
- [49] Kudva, G., A. Elkamel, J. F. Pekny y G. V. Reklaitis, Heuristic Algorithm for Scheduling Batch and Semicontinuous Plants with Production Deadlines, Intermediate Storage Limitations and Equipment Changeover Costs. *Computers and Chemical Engineering*, **18**, 859–875 (1994).
- [50] Laine, J. y M. Hurme, Improving Process Design Reliability with Random Input Variables. En *Proc. del European Symposium on Computer Aided Process Engineering, ESCAPE-4*, Volumen 133 de *I. Chem. E. Symposium Series*, págs. 405–411. The Institution of Chemical Engineers, Rugby - U.K. (1994).
- [51] Lasdon, L. S. y A. D. Waren, *GRG2 Users' Guide: General Reduced Gradient Software for Linear and NonLinear Constrained Problem* (1982).

- [52] Lawler, E. L. y J. Labetoulle, On Preemptive Scheduling of Unrelated Parallel Processors. *J. ACM.*, **25** (1978).
- [53] Lázaro, M., *Contribución al estudio de Plantas Químicas Multiproducto Multipropósito de Funcionamiento Discontinuo*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona (1986).
- [54] Lázaro, M., A. España y L. Puigjaner, A Comprehensive Approach to Multipurpose Batch Plants Production Planning. *Computers and Chemical Engineering*, **13**, 1031–1047 (1989).
- [55] Lee, E. S. y G. V. Reklaitis, Intermediate Storage and Availability of Batch Processes under Batch Failure. En *Proc. de CHEMDATA88: The Use of Computers in Chemical Engineering*, págs. 302–308. Goteborg (1988).
- [56] Lee, H., I. Lee, D. R. Yang y K. S. Chang, Optimal Synthesis for the Retrofitting of Multiproduct Batch Plants. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **32**, 1087–1092 (1993).
- [57] Loonkar, Y. R. y J. D. Robinson, Minimization of Capital Investment for Batch Processes. *Ind. Eng. Process Des. Dev.*, **9**, 625–629 (1970).
- [58] McNaughton, R., Scheduling with Deadlines and Loss Functions. *Manag. Sci.*, **6**, 1–12 (1959).
- [59] Mignon, D. J., Retrofit Design and Energy Integration of Brewery Operations. En *Proc. NATO Advanced Studies Institute*. Antalya - Turquía (1992).
- [60] Modi, A. K. y I. A. Karimi, Design of Multiproduct Batch Processes with Finite Intermediate Storage. *Computers and Chemical Engineering*, **13**, 127–139 (1989).
- [61] Murtagh, B. A. y M. A. Saunders, *General Reduced Gradient Software for Linear and NonLinear Constrained Problem*. Department of Operations Research, Stanford University, Stanford, California (1983).
- [62] Musier, R. F. H. y L. B. Evans, An Approximate Method for the Production Scheduling of Industrial Batch Processes with Parallel Units. *Computers and Chemical Engineering*, **13**, 229–238 (1989).
- [63] Musier, R. F. H. y L. B. Evans, Batch Process Management. *Chemical Engineering Progress*, 66–77, Junio de 1990.
- [64] Musier, R. F. H. y L. B. Evans, Schedule Optimization with Simultaneous Lot Sizing in Chemical Process Plants. *AIChE Journal*, **37**, 886–896 (1991).
- [65] Norton, L. C. y I. E. Grossmann, Strategic Planning Model for Complete Process Flexibility. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **33**, 69–76 (1994).

- [66] Oi, K., H. Itoh y I. Muchi, Improvement of Operational Flexibility of Batch Units by Design Margin. *Computers and Chemical Engineering*, **3**, 177-184 (1979).
- [67] Onogi, K., Nishimura, Y. Nakata y T. Inomata, An On-line Operating Control System for a Class of Combined Batch / Semicontinuous Processes. *J. Chem. Eng. Jpn.*, **19**, 542-548 (1986).
- [68] Papageorgaki, S. y G. V. Reklaitis, Optimal Design of Multipurpose Batch Plants-1. Problem Formulation. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **29**, 2054-2062 (1990).
- [69] Papageorgaki, S. y G. V. Reklaitis, Optimal Design of Multipurpose Batch Plants-2. A Decomposition Solution Strategy. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **29**, 2062-2073 (1990).
- [70] Papageorgaki, S., A. G. Tsirukis y G. V. Reklaitis, The Influence of Resource Constraints on the Retrofit Design of Multipurpose Batch Chemical Plants. En *Proc. NATO Advanced Studies Institute. Antalya - Turquía* (1992).
- [71] Patel, A. N., R. S. H. Mah y I. A. Karimi, Preliminary Design of Multiproduct Noncontinuous Plants Using Simulated Annealing. *Computers and Chemical Engineering*, **15**, 451-469 (1991)
- [72] Pekny, J. F. y D. L. Miller, Exact Solution to the No-Wait Flowshop Scheduling Problem with a comparison to Heuristic Methods. *Computers and Chemical Engineering*, **15**, 741-748 (1991).
- [73] Pekny, J. F., V. Venkatasubramanian y G. V. Reklaitis, Prospects for Computer-Aided Process Operations in the Process Industries. En *Computer Oriented Process Engineering - COPE'91* (L. Puigjaner y A. Espuña, Eds.), Volumen 10 de *Process Technology Proceedings*, págs. 49-59. Elsevier, Amsterdam (1991).
- [74] Pinto, J. M. y I. E. Grossmann, *Resource Constrained Model for Short Term Scheduling of Batch Plants*. Department of Chemical Engineering, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213, USA (1994).
- [75] Puigjaner, L., Principles of Integrated Plant Design. En *Handbook of Heat and Mass Transfer* (N.P. Cheremisinoff, Ed.), Volumen 4, págs. 1-56. Gulf Publishers, New Jersey (U.S.A.) (1990).
- [76] Puigjaner, L., A. Espuña, I. Palou y J. Torres, A Prototype Computer Integrated Manufacturing Modular Unit for Education and Training in Batch Processing Operations. En *Computer Oriented Process Engineering - COPE'91* (L. Puigjaner y A. Espuña, Eds.), Volumen 10 de *Process Technology Proceedings*, págs. 427-432. Elsevier, Amsterdam (1991).
- [77] Puigjaner, L. y A. Espuña, Aplicación del CIM a las Plantas Discontinuas. *Ingeniería Química*, **24** (285), 79-91 (1992).

- [78] Puigjaner, L., A. Espuña, G. Santos y M. Graells, Design of Batch Plants. En *Proc. NATO Advanced Studies Institute*. Antalya - Turquía (1992).
- [79] Rajagopalan, D. y I. A. Karimi, Completion Times in Serial Mixed-Storage Multiproduct Processes with Transfer and Set-Up Times. *Computers and Chemical Engineering*, **13**, 175-186 (1989).
- [80] Rapacoulias, C., N. Shah y C. C. Pantelides, Optimal Scheduling of Order Driven Batch Chemical Plants. En *Computer Oriented Process Engineering - COPE'91* (L. Puigjaner y A. Espuña, Eds.), Volumen 10 de *Process Technology Proceedings*, págs. 145-150. Elsevier, Amsterdam (1991).
- [81] Reeve, A., Batch Control, the Recipe for Success ? *Process Engineering*, **73**, 33-34 (1992).
- [82] Reinhart, H. J. y D. W. T. Rippin, The Design of Flexible Multi-product Plants. A New Procedure for Optimal Equipment Sizing under Uncertainty. 1987 AIChE Annual Meeting, Paper 92f. New York City (1987).
- [83] Reklaitis, G. V., *Review of Scheduling of Process Operations*. Volumen 78 de *Chemical Engineering Progress Symposium Series*. AIChE, New York (1982).
- [84] Reklaitis, G. V., Overview of Scheduling and Planning of Batch Process Operations. En *Proc. NATO Advanced Studies Institute*. Antalya - Turquía (1992).
- [85] Reklaitis, G. V., Computing Applications in Process Operations. En *Proc.: CHEMPOR'93*, págs. 5-8. Porto - Portugal (1993).
- [86] Rippin, D. W. T., Design and Operation of Multiproduct and Multipurpose Batch Chemical Plants. An analysis of Problem Structure. En *PSE82 Keynote Sessions*. Kyoto (1982).
- [87] Robinson, J. D. y Y. R. Loonkar, Minimising Capital Investment for Multiproduct Batch Plants. *Process Technology International*, **17**, 861-863 (1972).
- [88] Sahinidis, N. V. y I. E. Grossmann, MINLP Model for Cyclic Multiproduct Scheduling on Continuous Parallel Lines. *Computers and Chemical Engineering*, **15**, 85-103 (1991).
- [89] Sahinidis, N. V. y I. E. Grossmann, Reformulation of Multiperiod MILP Models for Planning and Scheduling Chemical Processes. *Computers and Chemical Engineering*, **15**, 255-272 (1991).
- [90] Sahinidis, N. V. y I. E. Grossmann, Multiperiod Investment Model for Processing Networks with Dedicated and Flexible Plants. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **30**, 1165-1171 (1991).

- [91] Shah, N. y C. C. Pantelides, Optimal Long-Term Campaign Planning and Design of Batch Operations. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **30**, 2308–3221 (1991).
- [92] Shah, N. y C. C. Pantelides, Design of Multipurpose Batch Plants with Uncertain Production Requirements. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **31**, 1325–1337 (1992).
- [93] Shah, N., C. C. Pantelides y R. W. H. Sargent, A General Algorithm for Short-Term Scheduling of Batch Operations –II. Computational Issues. *Computers and Chemical Engineering*, **17**, 229–244 (1993).
- [94] Sparrow, R. E., G. J. Forder y D. W. T. Rippin, The Choice of Equipment Sizes for Multiproduct Batch Plants: Heuristics vs. Branch and Bound. *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.*, **14**, 197–203 (1975).
- [95] Straub, D. A. y I. E. Grossmann, Integrated Stochastic Metric of Flexibility for Systems with Discrete State and Continuous Parameter Uncertainties. *Computers and Chemical Engineering*, **14**, 967–985 (1990).
- [96] Straub, D. A. y I. E. Grossmann, Evaluation and Optimization of Stochastic Flexibility in Multiproduct Batch Plants. *Computers and Chemical Engineering*, **16**, 69–87 (1992).
- [97] Takamatsu, T., I. Hashimoto y S. Hasebe, Optimal Design and Operation of a Batch Process with Intermediate Storage Tanks. *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.*, **21**, 431–440 (1982).
- [98] Takamatsu, T., I. Hashimoto y S. Hasebe, Optimal Scheduling and Minimum Storage Tank Capacities in a Process System with Parallel Batch Units. *Computers and Chemical Engineering*, **3**, 185–195 (1979).
- [99] Takamatsu, T., I. Hashimoto, S. Hasebe y M. O'Shima, Design of a Flexible Batch Process with Intermediate Storage Tanks. *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.*, **23**, 40–48 (1984).
- [100] Tandon, M., P. T. Cummings y M. D. LeVan, Flowshop Sequencing with Non-Permutation Schedules. *Computers and Chemical Engineering*, **15**, 601–607 (1991).
- [101] Torres, J., A. España, M. Llop y L. Puigjaner, A Computer Integrated Manufacturing (CIM) Environment for Managing and Control of Multiproduct Batch Plants. En *Proc. del 5th Mediterranean Congress of Chemical Engineering*, págs. 312–313. Barcelona (1990).
- [102] Vaselenak, J. A., I. E. Grossmann y A. W. Westerberg, An Embedding Formulation for the Optimal Scheduling and Design of Multipurpose Batch Plants. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **26**, 139–148 (1987).

- [103] Vaselenak, J. A., I. E. Grossmann y A. W. Westerberg, Optimal Retrofit Design of Multiproduct Batch Plants. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **26**, 718-726 (1987).
- [104] Voudouris, V. T. y I. E. Grossmann, Mixed Integer Linear Programming Reformulations for Batch Process Design with Discrete Equipment Sizes. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, **31**, 1315-1325 (1992).
- [105] Voudouris, V. T. y I. E. Grossmann, *Optimal Synthesis of Multiproduct Batch Plants with Cyclic Scheduling and Inventory Considerations*. Department of Chemical Engineering, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213, USA (1993).
- [106] Wiede, W., K. Kuriyan y G. V. Reklaitis, Discrete Variable Optimization Strategies for the Design of Multiproduct Processes. 1981 AIChE Annual Meeting, New Orleans (1981).
- [107] Wiede, W., *An Interactive Scheduling System for the Operation of Multi-Product Plants*. Tesis doctoral, Purdue University, IN, USA (1984).
- [108] Yeh, N. C. C. y G. V. Reklaitis, Synthesis and Sizing of Batch / Semicontinuous Process. 1985 AIChE Annual Meeting, Paper 35a. Chicago (1985).
- [109] Yeh, N. C. C. y G. V. Reklaitis, Synthesis and Sizing of Batch / Semicontinuous Process. Single Product Plants. *Computers and Chemical Engineering*, **11**, 639-654 (1987).

Notación

- a_{ij}, b_{ij}, c_{ij} Factores para calcular los tiempos de proceso para la tarea j (discontinua) del producto i .
- B_i Tamaño de lote del producto i .
- D_i Demanda de mercado del producto i .
- D_{it} Demanda de mercado del producto i en el periodo t .
- E_g Cantidad de servicio general g consumida en una determinada operación (energía, horas-hombre, ...).
- f Función objetivo.
- G Número de servicios generales disponibles.
- H Horizonte de tiempo.
- \mathcal{H}^z Horizonte de tiempo empleado para calcular las capacidades de los equipos en una zona de la planta.
- h_0 Valor inicial de h_l .
- h_l Factor utilizado para modificar el valor de la variable l durante el proceso de optimización ("paso").
- h_l^* Valor modificado de h_l .
- I_{it} Cantidad producida y no vendida de producto i al acabar el periodo t (inventario).
- i.e.* Índice de ensuciamiento.
- K_j^e Conjunto de equipos que forman el subtren semicontinuo ligado al vaciado del equipo que realiza la tarea discontinua j .
- K_j^f Conjunto de equipos que forman el subtren semicontinuo ligado al llenado del equipo que realiza la tarea discontinua j .
- L Número de tareas semicontinuas a realizar.
- M Número de tareas discontinuas a realizar.
- m Número de equipos trabajando en paralelo en la realización de una misma tarea.
- m^v Número de equipos que inicialmente trabajan en paralelo en la realización de una misma tarea, en un caso de remodelación.
- m_j^i Número de equipos en paralelo trabajando en fase en la tarea j .

- m_j^o Número de grupos en paralelo trabajando fuera de fase en la tarea j .
- N Número de productos a elaborar.
- N_{cp} Número de periodos a corto plazo que forman un periodo a medio plazo.
- Nl_c Número de lotes que forman la campaña c .
- Nmp Número de periodos a medio plazo que forman el horizonte de planificación.
- N_s Relación entre los tamaños de lote antes y después de un equipo de almacenaje, cuando es un valor entero.
- Q_i Producción.
- R_k Capacidad de proceso de un equipo continuo.
- R_{it} Cantidad de producto i que no ha podido ser servida a tiempo en el periodo t y que, por tanto, se entregará con retraso (o no se cubrirá).
- r_l Número medio de modificaciones realizadas sobre el paso h_l .
- S_{ij} Factor de tamaño para realizar la etapa j del producto i .
- SP Tiempo sobrante sobre el horizonte de producción.
- T_i Tiempo de ciclo limitante para el producto i .
- t_{ij} Tiempo de proceso para la etapa discontinua j del producto i .
- U_{ik} Factor de utilización del producto i en la tarea (semicontinua) k .
- u.a.* Unidades arbitrarias, utilizadas para valorar conjuntamente los diferentes aspectos de una función objetivo. Normalmente tendrán un significado monetario.
- u.e.* Unidades de ensuciamiento, en la sección 4.12.
- V_j Capacidad del equipo discontinuo j .
- W_g Cantidad de servicio general g consumida por unidad de tiempo en una determinada operación (potencia, número de personas, ...).
- X_{it} Cantidad de producto i que se produce en el periodo t .
- Z Zona o tren en que queda dividida una línea de producción con la introducción de equipos de almacenaje.
- α, β, γ Factores de coste. Para un producto permiten calcular el coste asociado a no cubrir toda la demanda, y para un equipo permiten calcular los costes de amortización.

- θ_{ik} Tiempo de proceso para la tarea k (semicontinua) del producto i .
- θ_j^e Tiempo de vaciado del equipo discontinuo que realiza la tarea j , a través de un subtren semicontinuo.
- θ_j^f Tiempo de llenado del equipo discontinuo que realiza la tarea j , a través de un subtren semicontinuo.

Subíndices

- c Índice que hace referencia a una campaña.
- g Índice que hace referencia a un servicio general.
- i Índice que hace referencia al producto.
- j Índice que hace referencia al equipo o a la tarea que se hace en un equipo.
- k Índice que hace referencia al equipo o a la tarea que se hace en un equipo en el caso de tareas semicontinuas.
- l Índice de iteración.
- s Índice que hace referencia a un equipo de almacenaje intermedio.
- t Índice que hace referencia a un periodo de tiempo.

Superíndices

- ★ Nuevo valor de la variable o valor recalculado.
- d Referencia a la situación del tren posterior a un equipo de almacenaje.
- e Referencia a equipos en que participan en el vaciado de un equipo discontinuo.
- f Referencia a equipos en que participan en el llenado de un equipo discontinuo.
- i Referencia a equipos trabajando en fase.
- n Referencia a los nuevos equipos calculados en un estudio de remodelación.
- o Referencia a equipos trabajando fuera de fase.
- p Referencia a una situación de planificación.
- s Referencia a una situación de diseño.
- u Referencia a la situación del tren anterior a un equipo de almacenaje.
- v Referencia a la situación existente antes de realizar un estudio de remodelación.
- z Referencia a la situación del tren anterior o posterior a un equipo de almacenaje.