

SIMULACIÓ HÍBRIDA DE LA DINÀMICA D'UNA TORRE DE
DESTIL·LACIÓ

R. JUAN ARIÑO

Es presenta un model híbrid interactiu en temps real per a l'estudi dels -- transitoris de concentració i de temperatura d'una torre de destil·lació en producció contínua, en resposta a perturbacions introduïdes en un règim permanent prèviament assolit.

Es defineix el sistema físic, s'estableix el model matemàtic, el repartiment de càlculs analògics i digitals així com les tasques específiques de cada -- calculador. Finalment, s'efectua l'anàlisi dels resultats per al cas concret de la mescla pentà-hexà.

LLISTA DE SIMBOLS

i = Subíndex referent al component de la mescla.
j = Subíndex referent al plat en estudi.
x = Fracció en líquid.
xfeed = Fracció en líquid d'alimentació.
y* = Fracció en vapor teòrica.
y = Fracció en vapor real.
T = Temperatura.
Tmin = Temperatura mínima del problema.
Tmax = Temperatura màxima del problema.
Hliq = Entalpia del líquid.
Hvap = Entalpia del vapor.
Hfeed = Entalpia de l'alimentació.
Feedfl = Cabdal d'alimentació.
V = Cabdal de vapor que marxa del plat.
L = Cabdal de líquid que marxa del -- plat.
Hd = "Hold up" ó matèria retinguda al -- plat.
Gainx = Guany de ponderació de l'error en les fraccions molars del líquid.
K = Coeficient d'equilibri líquid-vapor.
A = Constant del coeficient d'equilibri.
B = Id.
C = Id.
Cp = Calor específica de vapor.
 α = Constant del calor específica de -- vapor.

β = Id.
 γ = Id.
Spheat = Calor específica del líquid.
t = Temps.
 Δt = Pas d'integració.
p = Pressió.
Nocomp = Nombre de components de la mescla.
W = Cabdal destil·lat a les cues.
D = Cabdal destil·lat als caps.
Q = Calor.

1. INTRODUCCIÓ

La indústria química necessita millorar el coneixement del comportament dinàmic de les seves instal·lacions a causa del fet que -- les actuals exigències d'economia d'energia i de matèries primeres impliquen un ajust -- òptim de les condicions de funcionament.

Aquest tipus de plantes es caracteritzen -- per fortes no-linealitats degudes a les -- reaccions químiques, acoblament entre aquestes reaccions i transferències de matèria i calor que poden portar a inestabilitats i -- presència de retards, paràmetres distri-- buïts i gran nombre de variables de sortida davant d'un nombre restringit de variables d'entrada.

Les anteriors peculiaritats donen a les ins-- tal·lacions químiques un comportament dinà-- mic complex amb un engegament i un control

- R. Juan Ariño de l'Institut de Cibernètica, Universitat Politècnica de Barcelona. Barcelona.
- Article rebut el Gener de 1978.

delicats, i es fa així necessari de disposar de mètodes de simulació que permetin l'estudi en temps real, del procés.

El càlcul híbrid, en associar el paral·lelisme del càlcul analògic amb les possibilitats d'emmagatzemament, gestió lògica i aritmètica del càlcul digital, constitueix una eina excepcionalment escaient per a la simulació de fenòmens transitoris.

En aquest article s'apliquen les tècniques de modelització i càlcul híbrid a l'operació bàsica de destil·lació, tingut en compte la seva importància a les indústries químiques petrolquímiques i alcoholera.

S'estableix el model matemàtic mitjançant els balanços massic i energètic per a una columna de producció contínua considerant un nombre de plats i de components de mescla a tractar variables, baix les hipòtesis de cabdals de líquid i de vapor constants a les zones de rectificació i d'esgotament

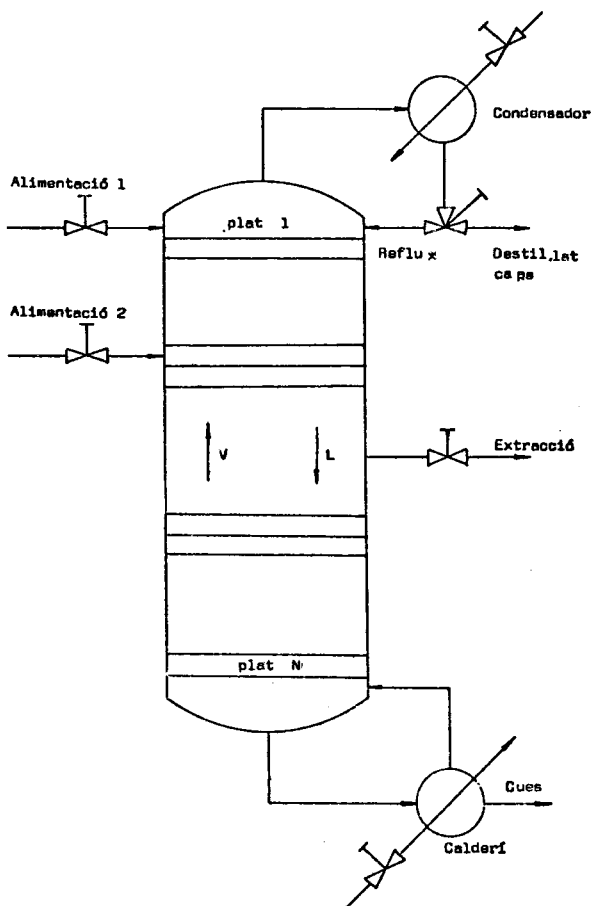


Figura 1.- Representació esquemàtica d'una torre de destil·lació en producció contínua amb múltiples alimentacions i múltiples extraccions.

amb corbes d'equilibri líquid-vapor creixents amb la temperatura.

2. DEFINICIÓ DEL SISTEMA

Abans d'establir el model matemàtic, el sistema físic ha d'estar perfectament definit. Al cas de la destil·lació, aquesta definició emprada com a element bàsic el plat tipus de la columna. Malgrat que hi ha d'altres punts a tenir en compte com pot ésser la proporció de condensat al cap de la torre, és el plat el factor determinant a la representació. La figura 1 és un esquema d'una columna de destil·lació de mesclures multicomponents en producció contínua amb alimentacions i extraccions múltiples.

Un model de plat que comprèn la major part de variables i paràmetres que afecten al procés és el que hem representat a la figura 2. L'excessiva complexitat del model obliga a establir hipòtesis simplificatives. Entre les hipòtesis més usuals i que ací són emprades hi són les següents:

- El "hold-up" o retenció de vapor és menyspreable.
- Interacció entre fluxos líquid i vapor menyspreable al llarg del camí recorregut entre plats.
- Mescla perfecta entre fases líquida i gasosa al plat.
- "Hold-up" del líquid al plat constant.
- Retards menyspreables a la dinàmica de fluids.
- Pressió constant en tota la columna.
- Eficàcia separadora unitària, és a dir, plats teòrics.
- L'alimentació es farà a temperatura d'ebullició.

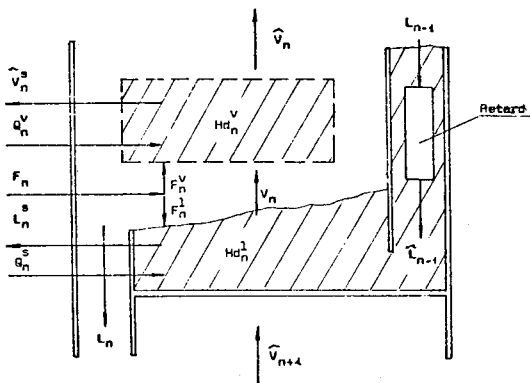


Figura 2.-Diagrama esquemàtic de plat general

- No apareixen components nous per reacció química interna.

Amb aquestes hipòtesis les equacions generals del plat es poden expressar de la següent manera,

Balanç de components

$$Hd_j \frac{dx_{i,j}}{dt} = L_{j-1} X_{i,j-1} + V_{j+1} Y_{i,j+1} + \text{Feedfl}_j x_{\text{feed},i,j} - L_j X_{i,j} - V_j Y_{i,j} \quad (1)$$

Balanç de matèria

$$V_{j+1} + L_{j-1} + \text{Feedfl}_j = L_j + V_j \quad (2)$$

Balanç entàlpic

$$Hd_j \frac{dHliq_j}{dt} = L_{j-1} Hliq_{j-1} + V_{j+1} Hvap_{j+1} + \text{Feedfl}_j H_{\text{feed},j} - L_j Hliq_j - V_j Hvap_j \quad (3)$$

Equacions entàlpiques

$$Hliq_j = f(\vec{x}_j, T_j) \quad (4)$$

$$Hvap_j = g(\vec{y}_j, T_j) \quad (5)$$

Relació d'equilibri líquid-vapor

$$Y_{i,j} = \psi(x_{i,j}, T_j, P) \quad (6)$$

Equació d'eficàcia

$$Y_{i,j}^* = Y_{i,j} \quad (7)$$

"Hold-up"

$$Hd_j = \text{constant} \quad (8)$$

3. MODEL MATEMÀTIC

Tenint en compte que el present treball pretén simular la dinàmica de concentracions, la forma de les equacions serà tal que condueixin a l'equilibri a mesura que la suma de fraccions molars del vapor tendeixi a 1.

Les funcions que descriuen les relacions entre les fraccions molars al líquid i al vapor són de la forma,

$$y = k \cdot x \quad (9)$$

$$\log K = A + B/(C+T) \quad (10)$$

Les funcions que donen les entalpies del vapor i del líquid poden ésser escrites com,

$$Hliq = Hliq_{T_{\min}} + Spheat (T - T_{\min}) \quad (11)$$

$$Hvap = Hvap_{T_{\min}} + \int C_p (T - T_{\min}) dT \quad (12)$$

$$C_p = \alpha + \beta T + \gamma T^2 \quad (13)$$

En aquest estudi utilitzarem bàsicament -- aquestes equacions però qualsevol altre tipus de relació pot ésser utilitzada sense -- que canviï la tècnica proposada.

El model de torre proposat per a il·lustrar la tècnica híbrida és el que hem representat a la figura 1. Hi haurà només però, una alimentació i extracció en caps i cues.

L'aplec d'equacions que donen el model matemàtic serà,

$$Hd_j \frac{dx_{i,j}}{dt} = L_{j-1} x_{i,j-1} + V_{j+1} y_{i,j+1} - L_j x_{i,j} - V_j y_{i,j} + \text{Gain}_j \text{Ex}_j x_{i,j} \quad (14)$$

$$\text{Ex}_j = 1 - \sum_{i=1}^{\text{NOCOMP}} x_{i,j} \quad (14 \text{ bis})$$

$$y_{i,j} = K_{i,j} x_{i,j} \quad (15)$$

$$\log K_{i,j} = A_i + B_i / [C_i + T_j] \quad (16)$$

$$Hliq_{i,j} = Hliq_{i,T_{\min}} + Spheat_i (T_j - T_{\min}) \quad (17)$$

$$Hvap_{i,j} = Hvap_{i,T_{\min}} + \int_{T_{\min}}^{T_j} C_{p_i} (T_i - T_{\min}) dT \quad (18)$$

$$C_{p_i} = \alpha_i + \beta_i T_i + \gamma_i T_i^2 \quad (19)$$

$$Hliq_j = \sum_{i=1}^{\text{NOCOMP}} Hliq_{i,j} x_{i,j} \quad (20)$$

$$H_{vap_j} = \sum_{i=1}^{NOCOMP} H_{vap_{i,j}} Y_{i,j} \quad (21)$$

$$V_j = \int_0^{\infty} \left[\sum_{i=1}^{NOCOMP} Y_{i,j} - 1 \right] dt \quad (22)$$

$$L_j = V_{j+1} + L_{j-1} - V_j \quad (23)$$

$$T_j = \int_0^{\infty} \left[V_{j+1} H_{vap_{j+1}} + L_{j-1} H_{liq_{j-1}} - V_j H_{vap_j} - L_j H_{liq_j} \right] dt \quad (24)$$

$$R = L/D \quad (24 \text{ bis})$$

Les equacions (14) a (19) s'han de repetir per a cada component de la mescla. Les equacions (20) a (24) corresponen a l'anomenat "càlcul flash" comú per a tots els components.

L'equació de balanç de components (14), es pot integrar per a un interval discret del temps Δt , segons la variable $x_{i,j}$ i resulta,

$$x_{i,j}^{t+\Delta t} = \frac{a}{b} \left[1 - \exp(-b \Delta t) \right] + x_{i,j}^t \exp(-b \Delta t) \quad (25)$$

on es

$$a = \left[V_{j+1} Y_{i,j+1}^t + L_{j-1} x_{i,j-1}^t - V_j Y_{i,j}^t \right] / H_{d_j} \quad (26)$$

$$b = \left[L_j - \text{Gain} x_{i,j} \right] / H_{d_j} \quad (27)$$

4. ORGANITZACIÓ DE LA RESOLUCIÓ HÍBRIDA

El repartiment de tasques entre el calculador digital i l'analògic ha estat fet com segueix,

Digital

Inicialització: càlcul dels valors de K mitjançant llei matemàtica o per lectura de valors tabulats.

Càlculs: Càlcul de les noves fraccions x per a cada component recoltzant en les antigues al plat en estudi mitjançant l'equació (25).

Transferències: envia les fraccions x calculades al calculador analògic. Llegeix les noves fraccions y del vapor de l'analògic.

Documentació: serà responsable de la documentació general del procés.

Analògic

Rep les fraccions x del component i del plat j en estudi.

Calcula els valors T de la temperatura de plat j i de les fraccions y de vapor d'equilibri i els cabdals de líquid i de vapor.

La figura 3 és un diagrama de blocs del procés de càlcul.

4.1 Programa digital

El programa digital ha estat pensat per a simular la columna de destil·lació d'una forma interactiva, i comprèn els següents mòduls:

- Autòmata de decodificació de comandaments.
- Entrada de dades amb missatges d'error explicatius escaients.
- Posta a punt i inicialització de l'analògic.
- Càlculs digitals.
- Documentació general.

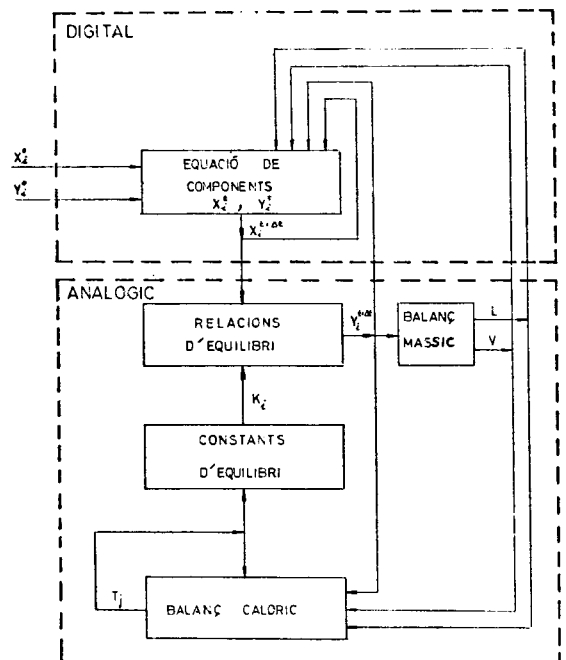


FIGURA 3 - Procediment de càlcul.

S'empraran dues matrius de treball de la columna; la primera contindrà els valors de l'instant t i la segona rebrà els valors resultants a l'instant $t+\Delta t$; quan el cicle de càlcul ha estat acabat, les funcions de les matrius s'inverteixen. Aquestes matrius contindran a cada instant i per a cada plat, - les fraccions molars al líquid i al vapor.

Els valors inicials de les matrius poden ésser els corresponents a un estat d'equilibri de la torre conegut o bé els valors de l'alimentació.

La versió actual del programa es pot aplicar a mescles de fins a quatre components i columnes de trenta plats. Malgrat això l'estructura modular del programa permet d'ampliar-lo fàcilment per a considerar mescles amb més components, cosa que requereix un nombre d'elements analògics més elevat (no sempre disponibles) a més a més d'incrementar l'àrea de treball digital. Per a considerar més plats n'hi ha prou amb ampliar -- l'àrea de treball del digital.

El programa preveu a l'estat actual, cinc -- possibles accions externes sobre la torre, la resposta a les quals és capaç de simular de forma aïllada o seqüencial; són,

- Pertorbació del reflux
- Pertorbació del cabdal de vapor de calefacció
- Pertorbació de la relació caps/alimentació
- Variació de la fracció líquida de l'alimentació
- Pertorbació del cabdal d'alimentació.

4.2 Subprograma analògic

Tenint en compte les equacions descrites al punt 3, el subprograma analògic ha estat -- pensat per a realitzar el càlcul "instantani" dels cabdals de líquid i de vapor, entàlpies, fraccions en vapor i temperatura d'equilibri de cada plat.

Simula un plat de tipus general i és cridat per el programa digital, a cada iteració, - tantes vegades com plats té la columna. En cada una de les crides, s'envien a l'analògic les variables lògiques necessàries per a

configurar el plat concret objecte de càlcul.

Aquest subprograma té accés als perifèrics analògics així com disposa d'un cert control sobre el flux del simulador: criteri - manual d'estat estable, atur del programa, etc.

Les figures 4, 5, 6 i 7 són els esquemes -- del cablejat lògic i analògic d'aquest subprograma.

4.3 D'altres programes

El simulador disposa de dos programes auxiliars que permeten la posta a punt del calculador.

- Programa de test estàtic, que comprova la congruència de les equacions i la integritat del cablejat analògic.
- Programa de test dinàmic que configura el model de plat per a cada cas previst obtenint en tots ells els resultats de temperatura, entàlpies i cabdals.

5. SIMULACIÓ I ANÀLISI DELS RESULTATS

Tot seguit es donen els resultats per al -- cas d'una mescla de pentà-hexà amb una concentració de pentà xifrada en un 13%, tractada en una columna de 7 plats reals més el calderí.

El treball s'ha portat a terme al calculador híbrid PACER 600 de l'Institut de Cibernètica de la Universitat Politècnica de Barcelona.

Sortint sempre de les condicions d'alimentació a tota la columna, s'han simulat les -- respostes a les cinc possibles pertorbacions previstes al model després d'haverse assolit l'estat estable previ.

En els llistats donats a l'Annex I podem -- veure la informació digital subministrada - pel simulador constituïda fonamentalment -- per les dades inicials i els valors de les diferents variables a l'instant seleccionat (eventualment a l'equilibri).

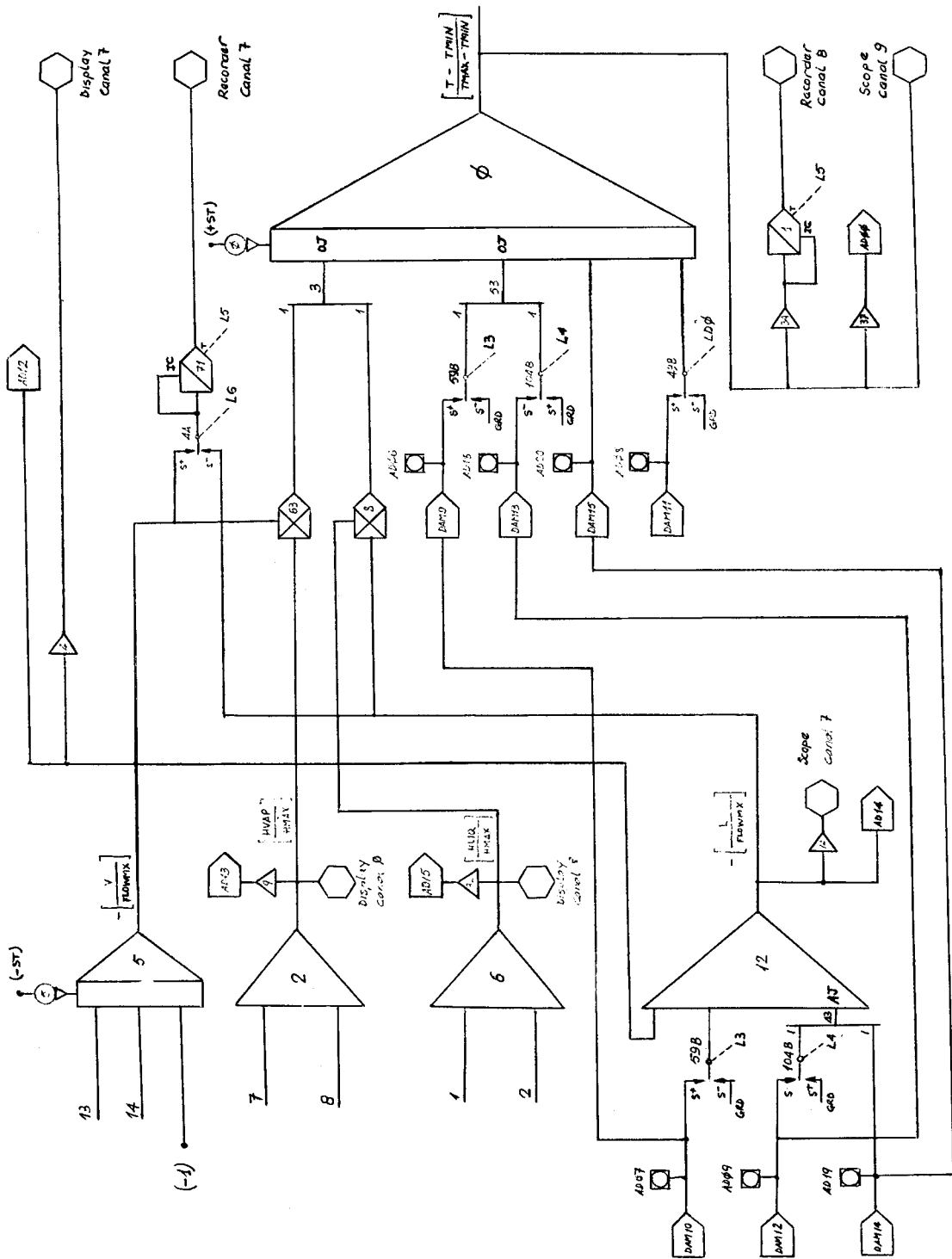


FIGURA 4.- Integració general.

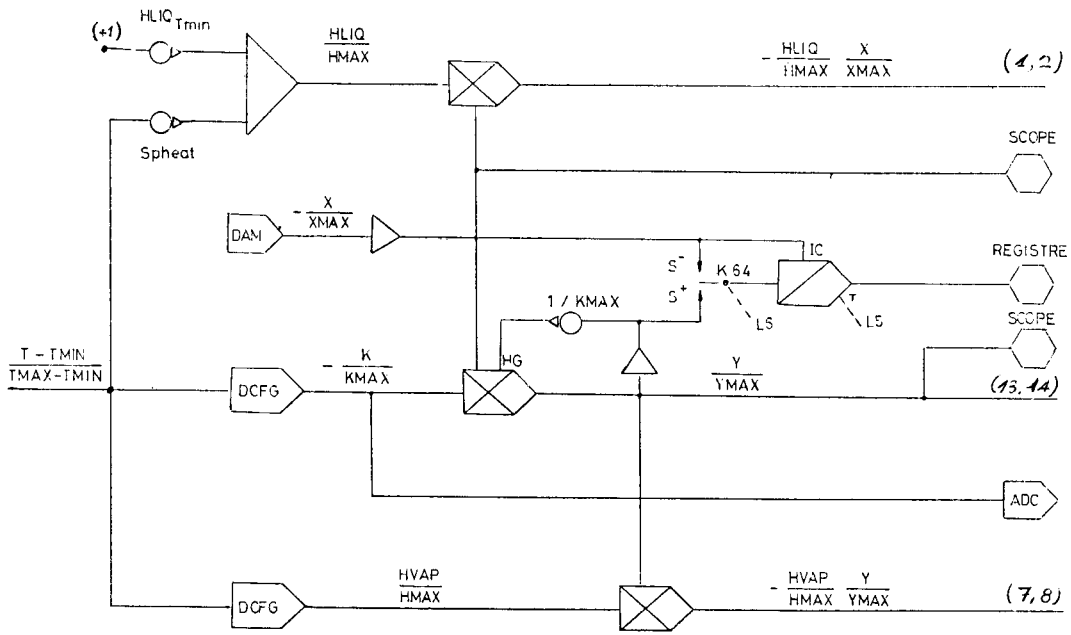


FIGURA 5.- Esquema de component

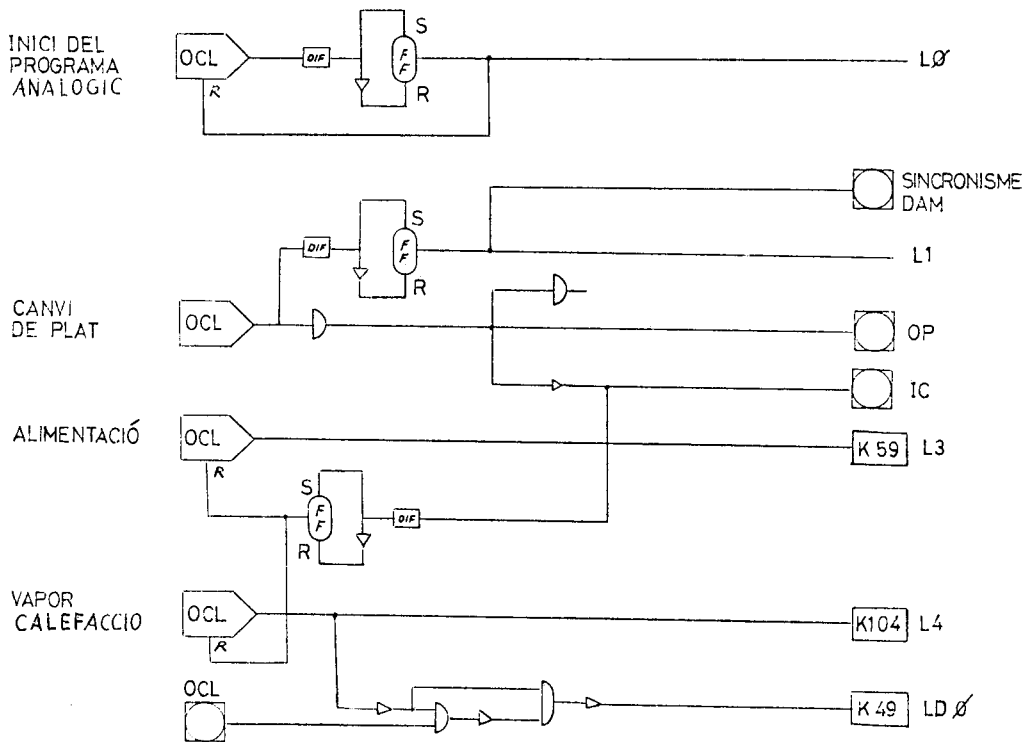


FIGURA 6.- Lògica de control de l'analogic

El conjunt de gràfics de les figures 8, 9, 10, 11 i 12 mostren l'evolució completa -- d'un plat determinat en resposta a cada una de les pertorbacions que correspon a la informació analògica donada pel simulador. Es poden seleccionar en qualsevol moment les variables de qualsevol plat a fi d'aconseguir el seu seguiment.

5.1 Anàlisi dels resultats obtinguts per a la mescla pentà-hexà

La figura 8 correspon a l'evolució d'un -- plat de la zona de rectificació des d'unes condicions inicials arbitràries; en aquest cas les d'alimentació, fins a un estat d'equilibri i la resposta a la pertorbació del reflux des de 7 fins a 5.

Tenint en compte que les condicions del -- plat d'alimentació al règim permanent han d'ésser molt pròximes a les d'alimentació i que pràcticament no han de variar, la temperatura a la zona de rectificació ha d'experimentar una baixa mentre que les concentracions en components volàtils han d'augmen--

tar a la primera part del procés. Com que els cabdals són constants per hipòtesi, no sofriran cap alteració.

Introduïda la pertorbació el cabdal de líquid ha de variar esglaonadament. El líquid, eixint del plat minvarà, car el cabdal de destil.lat en caps es manté constant tot sabent que el reflux ha disminuït.

Tenint en compte que al model emprat el cabdal de vapor es feia igual al cabdal del vapor de calefacció, aqueixa variable s'ha de mantindre constant.

Disminuir la relació de reflux és equivalent a disminuir l'efecte separador car es disminueix el pendent de la recta d'operació i, per tant, per a obtenir una mateixa concentració caldran més plats. Aleshores, les fraccions molars de components menys volàtils han d'augmentar o el que és el mateix, les fraccions dels volàtils han de minvar.

Si la concentració dels menys volàtils augmenta, necessàriament tindrà d'augmentar la

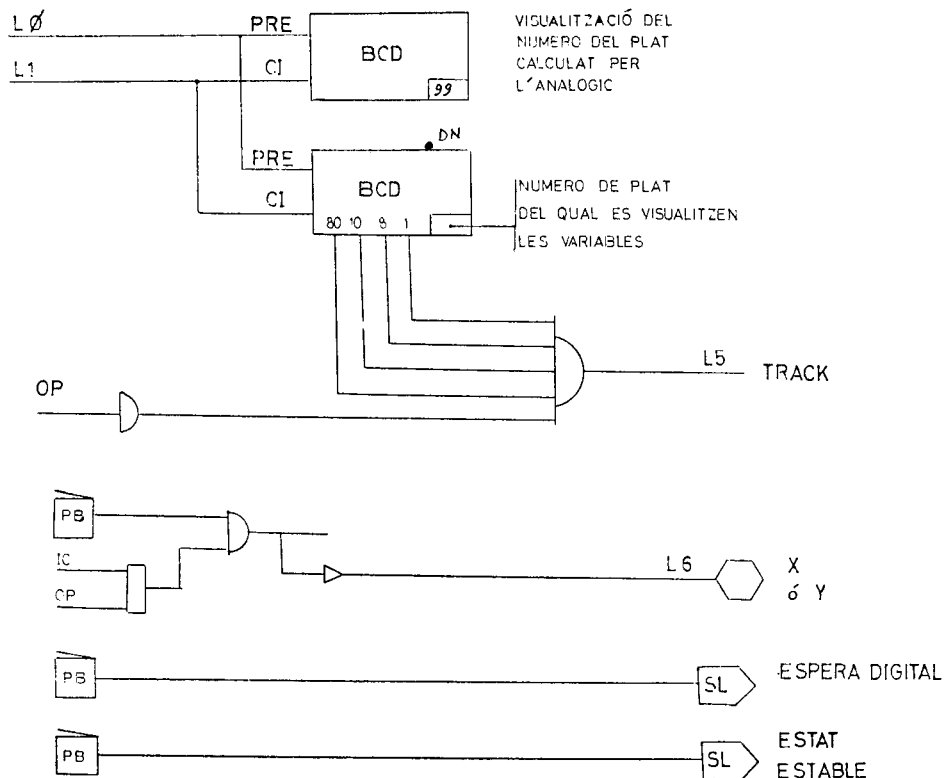


FIGURA 7.- Lògica de visualització de variables.

temperatura del plat.

La figura 9 dóna l'evolució del calderí per a un efecte de refredament degut a la disminució del cabdal de vapor de calefacció des de 800 kg/h fins a 600 kg/h.

Assolint l'estat d'equilibri, la introducció d'aquesta pertorbació ha d'originar, necessàriament una disminució de la temperatura del plat.

A aquest efecte ha d'acompanyar-li un augment de les concentracions de components volàtils.

El cabdal de vapor minvarà en la quantitat exacta en què ha disminuït el vapor de calefacció, i el cabdal de líquid ha d'augmentar car una disminució de la calefacció implica una evaporació més petita.

La resta de gràfics presenta les evolucions

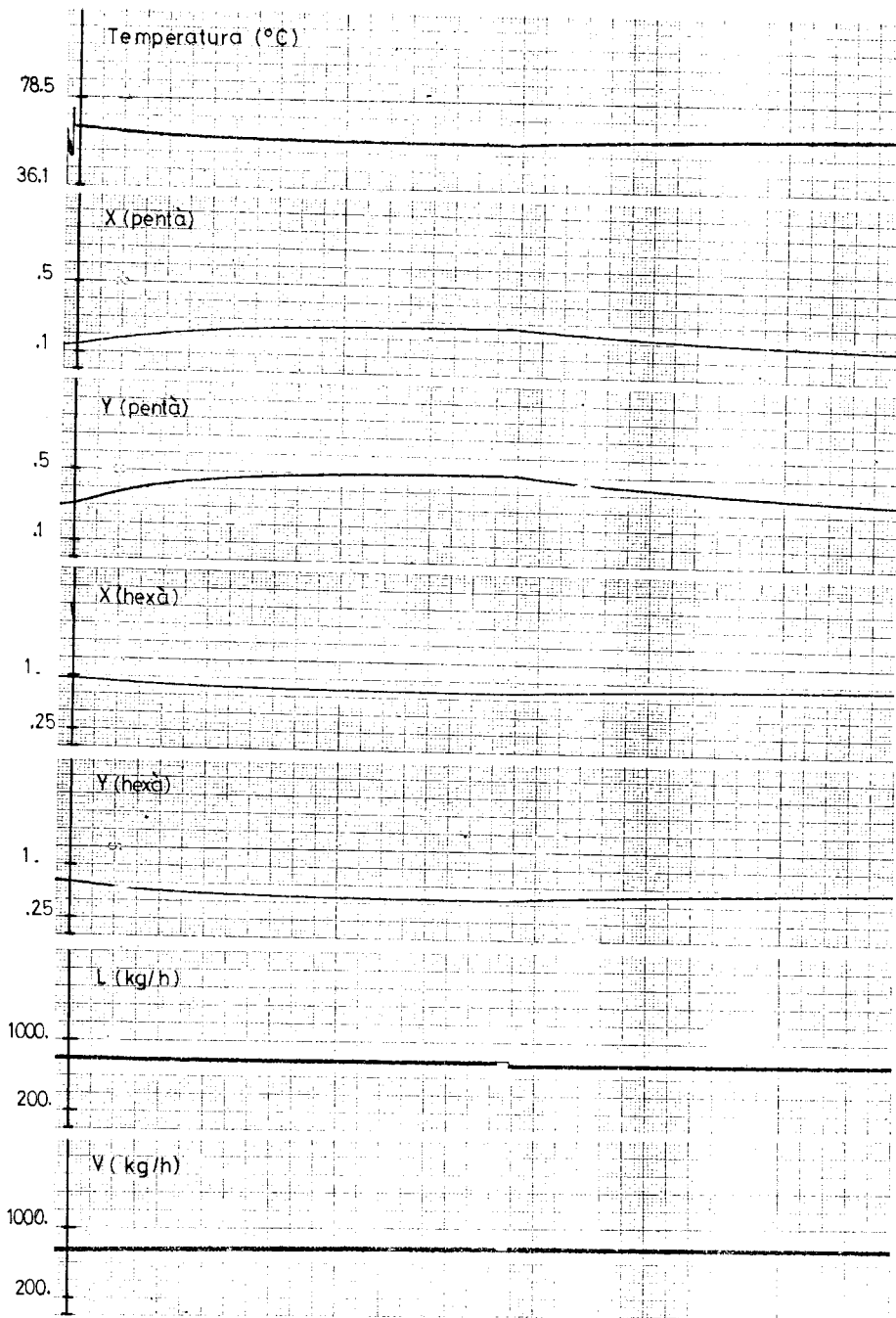


FIGURA 8 -Plat de rectificació. Canvi del reflux de 7 a 5.

de diferents plats per a les perturbacions de la proporció caps/alimentació, fracció líquida a l'alimentació i cabdal de l'alimentació respectivament. Tots els gràfics són senzillament interpretables en funció de la pertorbació introduïda.

6. CONCLUSIONS

Hi han dos tipus bàsics de columnes, les contínues i les discontinües i ambdós poden tractar problemes amb reacció o sense reacció interna dels components. El simulador --

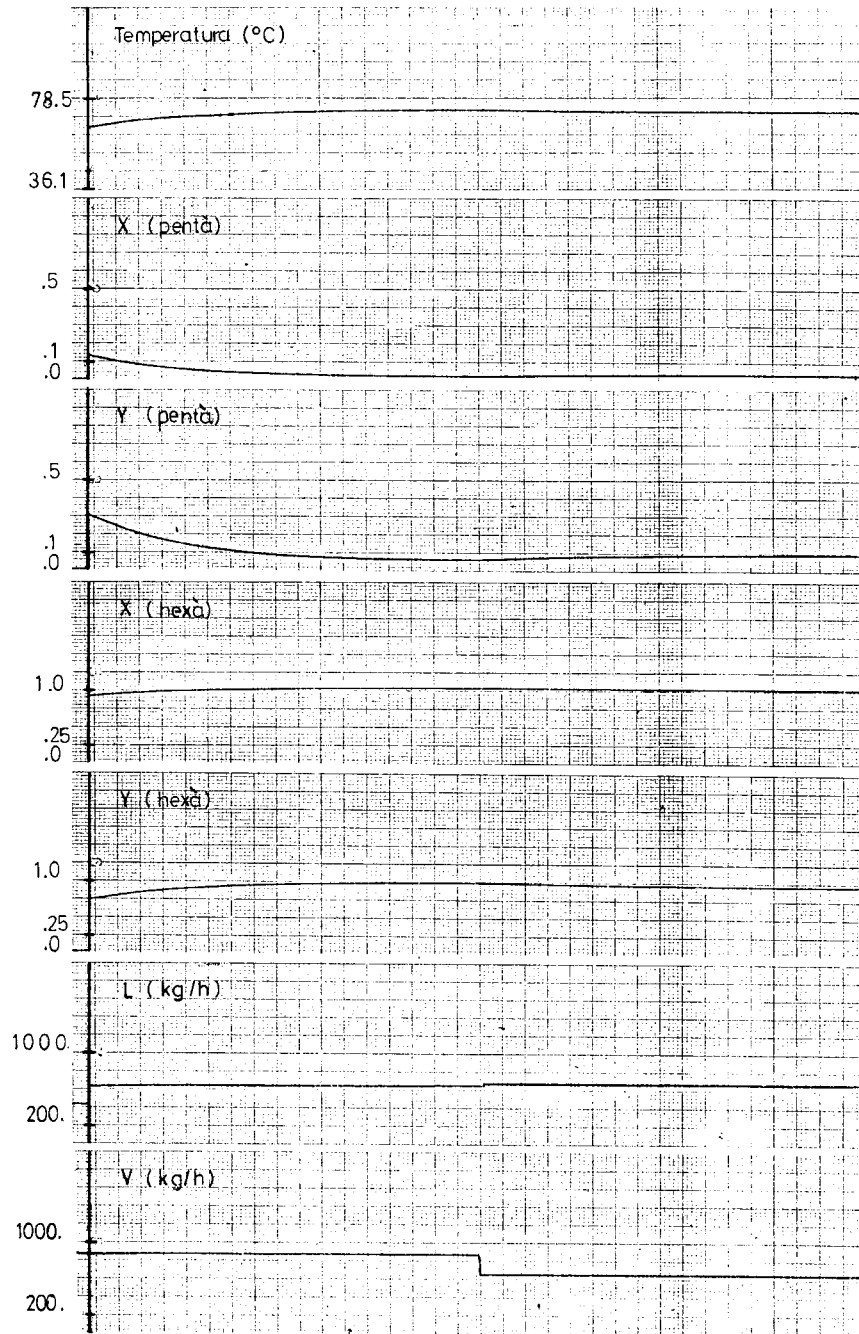


FIGURA 9.- Plat calderí. Canvi del cabal del vapor de calefacció de 800 kg/h a 600 kg/h.

ací descrit s'ajusta únicament a les columnes en producció contínua i sense reacció interna de components.

Les equacions diferencials que representen a la columna es podrien resoldre mitjançant tècniques purament digitals però la dinàmica de la columna exigiria temps de càlcul excessivament elevats emprant algorismes -- d'integració numèrica.

La solució híbrida proposada comparada amb

la digital o l'analògica pures té dos avantatges fonamentals:

- La solució és de l'ordre de 100 vegades més ràpida que la numèrica.
- Enfront de la tècnica analògica suposa un estalvi d'al menys de 20 a 1 quant a elements de càlcul paral·lels car aquesta necessitaria la solució simultània en paral·lel de tots els plats de la columna.

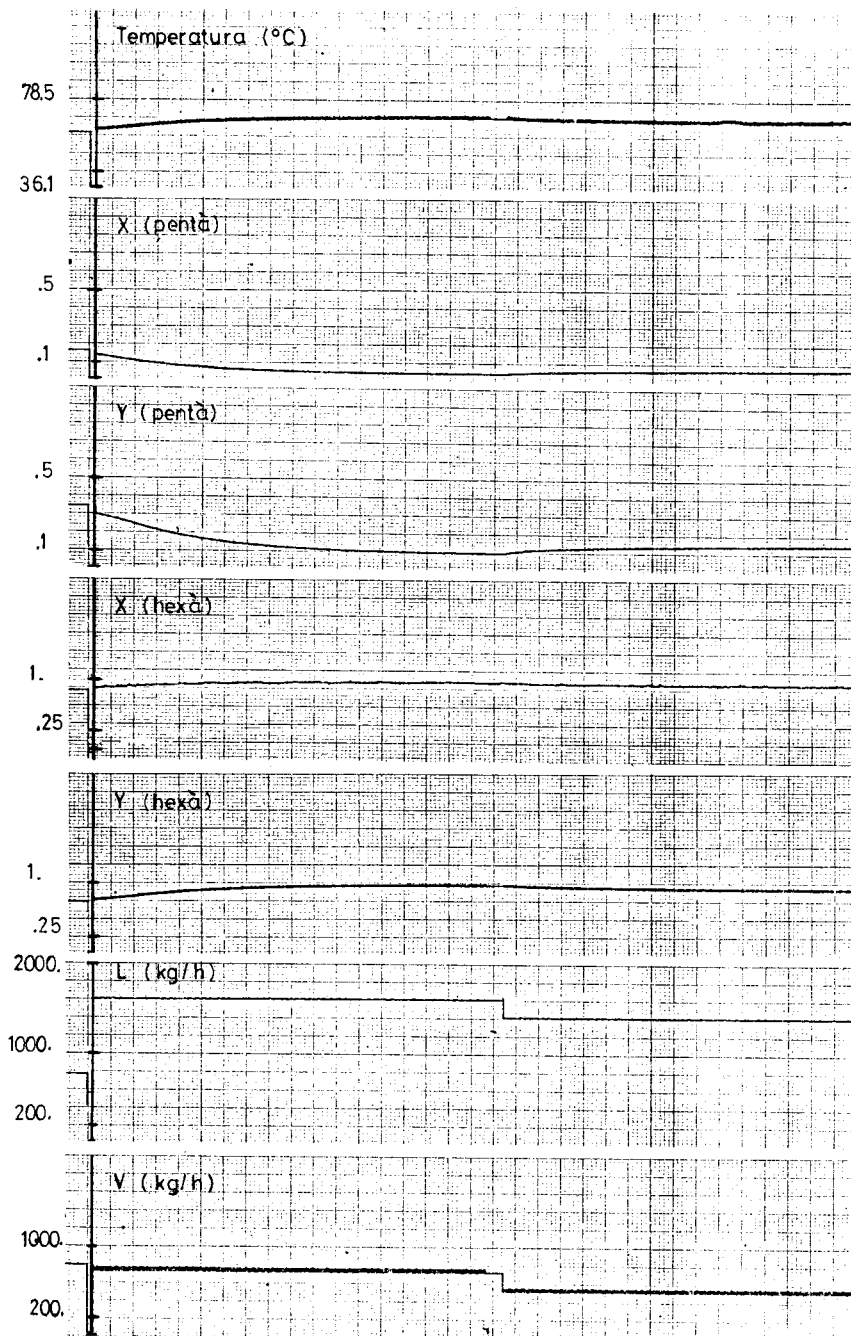


FIGURA 10.- Plat d'esgotament. Canvi de la proporció caps/alimentació de 0.12 a 0.09

Mitjançant un model com el descrit, es poden portar a terme fonamentalment els següents estudis:

- Disseny de sistemes de control de variables de la columna com poden ésser el reflux o l'entàlpia del vapor de calefacció.
- Control en el sentit de la línia d'acció (feed-forward control) de la columna, necessari quan determinades variables poden ser mesurades però no pas controlades. En

aquests casos cal que la velocitat de càlcul sigui superior a la velocitat d'evolució del sistema físic per tal que es puguin detectar les pertorbacions, efectuar els càlculs i recercar l'acció correctora escaient.

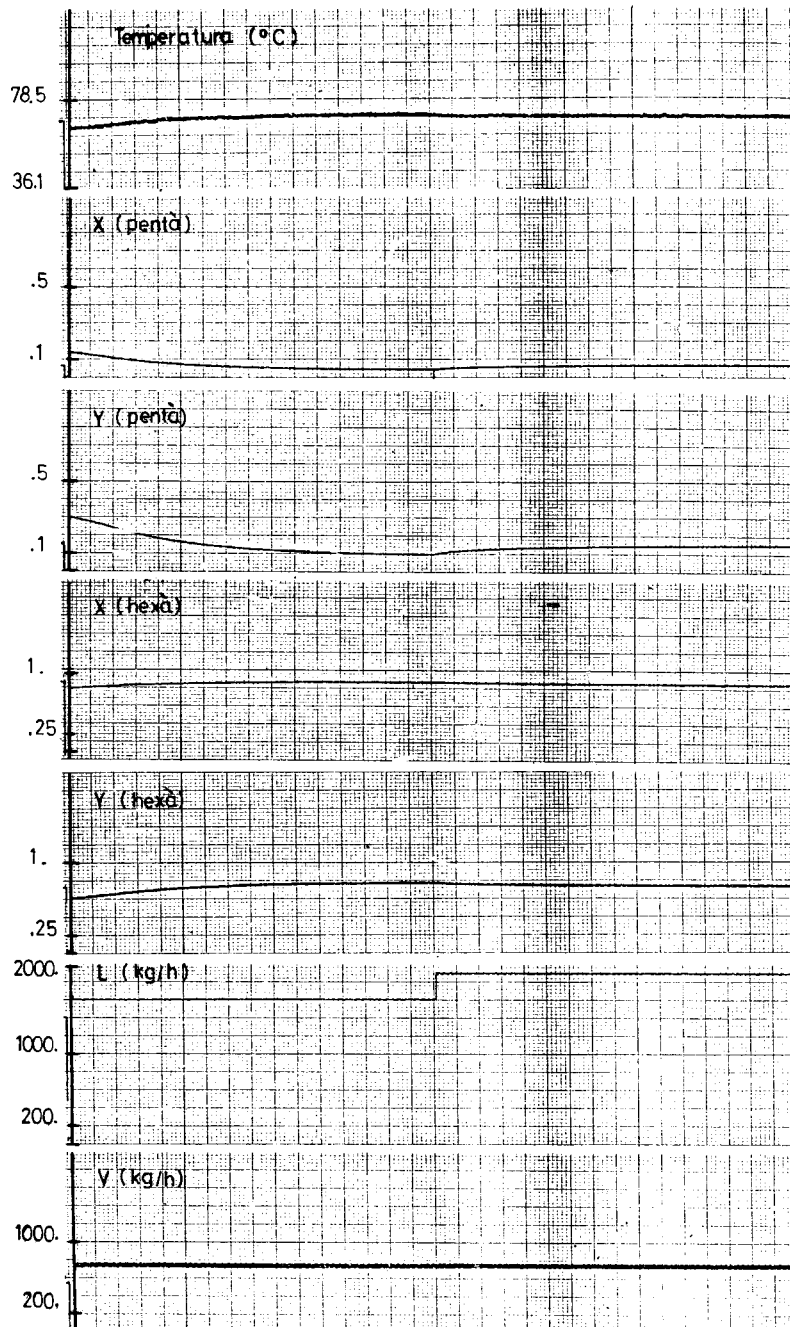


FIGURA 11.-Plat d'esgotament. Canvi del cabal d'alimentació de 814 kg/h a 1100 kg/h

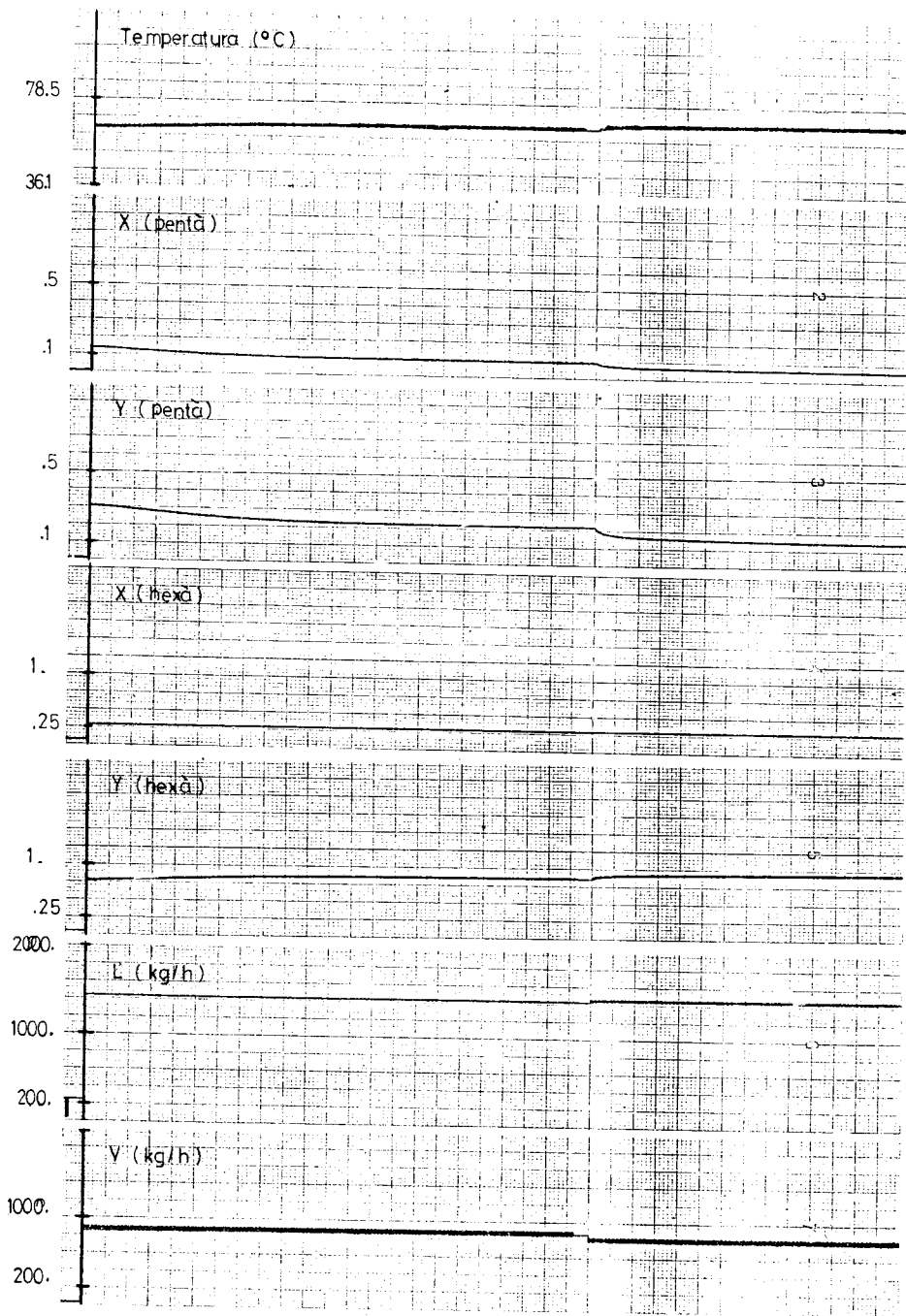


FIGURA 12 - Plat d'alimentació. Canvi de la fracció de vapor de l'alimentació de 1.0 a 0.5

7. RECONeixEMENT

L'autor desitja expressar la seva gratitud a l'Institut de Cibernètica de la U.P.B. per haver posat tots els mitjans de que disposa al seu abast i al Dr. Rafael Huber sense l'ajut del qual aquest treball no haguera estat possible.

8. BIBLIOGRAFIA

- /1/ BRIAN MARREN. "Dynamic hybrid simulation of a distillation column". E.A.I. Scientific Report. Brusel·les. Juny 1973.
- /2/ FRANK & LADIPUS. "Hybrid simulation of - chemical engineering systems". Chem. Eng. Progr. vol 62, nº 6, p. 66. Gener 1966.
- /3/ KIRSCHBAUM. "Destilación y rectificación". Aguilar. Madrid, 1974.
- /4/ MARR, G.R. "Distillation column dynamics: a suggested mathematical model". A.I.Ch. E. National Meeting Baltimore. Maryland, Maig 1974.
- /5/ PAUL DISTEFANO. "Hybrid computation in - the process industries". E.A.I. Princeton, New Jersey 1968.
- /6/ PERRY. "Chemical engineering handbook". 3a. edició McGraw-Hill Book Company. Nova York 1950.
- /7/ ROGERS & CONNOLLY. "Analog computation - in engineering design". McGraw-Hill Book Company. Nova York 1960.
- /8/ VIAN-OCÓN. "Operaciones básicas de ingeniería química". Aguilar. Madrid 1969.

9. ANNEX I

SIMULACIO COLUMNA DESTIL.LACIO / ROBERT JUAN

SUMARI COLUMNA

VERSIO PROGRAMA # 24*11*77

DATA # 24/11/77

MODEL A CABALS CONSTANTS ESTAT ESTABLE ASSOLIT

DADES COLUMNA #

PLAT ALIMENTACIO = 5
NOMBRE DE PLATS = 7
REFLUX = 7.000
RETENCIO CONDENSADOR = 10.000
RETENCIO RECTIFICACIO = 10.000
RETENCIO ESGOTAMENT = 10.000
RETENCIO CALDERI = 100.000
O/F = .1228

DADES DEL PROGRAMA #

TEMPS = -999.5908
DELTA TEMPS = .00050
NOMBRE ITERACIONS = 838
PROPORCIO CANVI COLUMNA = .00030
TOLEANCIA ESTAT ESTABLE = .00000
TEMPERATURA MINIMA = 36.10
TEMPERATURA MAXIMA = 70.00
ENTALPIA MAXIMA = 400.00
FLUX MAXIM = 4000.00
GUANY = 15000.00
RETARD = 50.00

DADA PERTORBADA #

NO HI HA HAGUT PERTORBACIO. JDISTB = 6

DADES DESTIL.LAT #

NOM DEL COMPONENT	FRACCIO EN LIQ	FRACCIO EN VAP
PENTA	.67227	.86856
HEXA	.32831	.14219

TOTAL =	1.00058	1.01078
CABAL DESTIL.LAT =		100.00
TEMPERATURA DEL CONDENSADOR =		42.99
ENTALPIA DESTIL.LAT =		70.21

DADES COMPONENTS ALIMENTACIO #

NOM DEL COMPONENT	FRACCIO EN LIQ	FRACCIO EN VAP	DADES CONST A	EQUILIBRI CONST B	CONST C
PENTA	.13000	.29300	.000	.000	.000
HEXA	.87000	.70700	.000	.000	.000

TOTAL =	1.00000	1.00000			

NOMBRE COMPONENTS = 2
 CABAL ALIMENTACIO = 814.10
 TEMPERATURA ALIMENTACIO = 63.39
 ENTALPIA ALIMENTACIO = 70.41

DADES CALDERI #

NOM DEL COMPONENT	FRACCIO EN LIQ	FRACCIO EN VAP
PENTA	.02075	.05460
HEXA	.97900	.95199

TOTAL =	.99975	1.00659

TEMPERATURA CALDERI = 67.88
 CABAL CALDERI = 714.10
 VAPOR CALEFACCIO = 800.00
 ENTALPIA VAPOR CALEFACCIO = 70.51

VERSIO PROGRAMA # 24*11*77

DATA # 24/11/77

MODEL A CABALS CONSTANTS ESTAT ESTABLE ASSOLIT

DADES COLUMNA

PLAT	TEMP	CABAL LIQ	ENTALP LIQ	CABAL VAP	ENTALP VAP	NOM COMP	FRACCIO LIQ	FRACCIO VAP
CONDENS	42.99	700.00	70.21	800.00	160.25	PENTA	.67227	.86856
						HEXA	.32831	.14219
						TOTAL =	1.00058	1.01075
1	49.24	700.00	70.12	800.00	162.30	PENTA	.43580	.70350
						HEXA	.56424	.30733
						TOTAL =	1.00004	1.01083
2	55.91	700.00	70.21	800.00	166.41	PENTA	.25747	.49747
						HEXA	.74249	.51391
						TOTAL =	.99996	1.01138
3	60.03	700.00	70.31	800.00	168.65	PENTA	.15648	.34132
						HEXA	.84307	.66832
						TOTAL =	.99955	1.00964
4	62.06	700.00	70.41	800.00	169.73	PENTA	.10879	.25188
						HEXA	.89146	.74934
						TOTAL =	1.00025	1.00122
ALIMENT	63.39	1514.10	70.41	800.00	170.31	PENTA	.08790	.21065
						HEXA	.91203	.79580
						TOTAL =	.99993	1.00645
6	64.96	1514.10	70.41	800.00	170.90	PENTA	.06020	.14964
						HEXA	.93970	.85866
						TOTAL =	.99990	1.00830
7	66.40	1514.10	70.51	800.00	171.09	PENTA	.03887	.09699
						HEXA	.96209	.90852
						TOTAL =	1.00096	1.00549
CALDERI	67.88	714.10	70.51	800.00	171.00	PENTA	.02075	.05460
						HEXA	.97900	.95199
						TOTAL =	.99975	1.00659

SIMULACIO COLUMNA DESTIL·LACIO / ROBERT JUAN

SUMARI COLUMNA

VERSIO PROGRAMA # 24*11*77

DATA # 24/11/77

ESTAT ESTABLE EN RESPOSTA A LA PERTORBACIO DE BRIDUT

DADES COLUMNA #

PLAT ALIMENTACIO = 5
NOMBRE DE PLATS = 7
REFLUX = 7.000
RETENCIO CONDENSADOR = 10.000
RETENCIO RECTIFICACIO = 10.000
RETENCIO ESGOTAMENT = 10.000
RETENCIO CALDERI = 100.000
D/F = .0921

DADES DEL PROGRAMA #

TEMPS = .3830
DELTA TEMPS = .00050
NOMBRE ITERACIONS = 766
PROPORCIO CANVI COLUMNA = .00084
TOLERANCIA ESTAT ESTABLE = .00000
TEMPERATURA MINIMA = 36.10
TEMPERATURA MAXIMA = 70.00
ENTALPIA MAXIMA = 400.00
FLUX MAXIM = 4000.00
GUANY = 15000.00
RETARD = 50.00

DADA PERTORBADA #

CABAL VAPOR VARIAT DE = 800.00
A = 600.00 EN TEMPS ZERO

DADES DESTIL·LAT #

NOM DEL COMPONENT	FRACCIO EN LIQ	FRACCIO EN VAP
PENTA	.75402	.91896
HEXA	.24629	.09308
=====		
TOTAL =	1.00031	1.01204
CABAL DESTIL·LAT =	75.00	
TEMPERATURA DEL CONDENSADOR =	40.86	
ENTALPIA DESTIL·LAT =	70.12	

DADES COMPONENTS ALIMENTACIO #

NOM DEL COMPONENT	FRACCIO EN LIQ	FRACCIO EN VAP	DADES EQUILIBRI		
			CONST A	CONST B	CONST C
PENTA	.13000	.29300	.000	.000	.000
HEXA	.87000	.70700	.000	.000	.000
=====					
TOTAL =	1.00000	1.00000			

NOMBRE COMPONENTS = 2
 CABAL ALIMENTACIO = 814.10
 TEMPERATURA ALIMENTACIO = 61.95
 ENTALPIA ALIMENTACIO = 70.51

DADES CALDERI #

NOM DEL COMPONENT	FRACCIO EN LIQ	FRACCIO EN VAP
PENTA	.03383	.00716
HEXA	.96599	.91835
=====		
TOTAL =	.99982	1.00551

TEMPERATURA CALDERI = 66.71
 CABAL CALDERI = 739.10
 VAPOR CALEFACCIO = 600.00
 ENTALPIA VAPOR CALEFACCIO = 70.51

VERSIO PROGRAMA # 24*11*77

DATA # 24/11/77

ESTAT ESTABLE EN RESPOSTA A LA PERTORRACIO DE BOIOUT

DADES COLUMNA

PLAT	TEMP	CABAL LIQ	ENTALP LIQ	CABAL VAP	ENTALP VAP	NOM COMP	FRACCIO LIQ	FRACCIO VAP
CONDENS	40.80	525.00	70.12	600.00	159.47	PENTA	.75402	.91896
						HEXA	.24629	.09308
						TOTAL =	1.00031	1.01204
1	46.12	525.00	70.12	600.00	161.23	PENTA	.53956	.78249
						HEXA	.46044	.22573
						TOTAL =	1.00002	1.00822
2	52.59	525.00	70.21	600.00	164.06	PENTA	.33750	.59919
						HEXA	.66240	.40899
						TOTAL =	.99990	1.00818
3	57.66	525.00	70.31	600.00	167.36	PENTA	.20978	.42421
						HEXA	.79032	.58000
						TOTAL =	1.00010	1.00421
4	60.86	525.00	70.31	600.00	169.04	PENTA	.14189	.31540
						HEXA	.85784	.69281
						TOTAL =	.99973	1.00821
ALIMENT	61.95	1339.10	70.51	600.00	169.34	PENTA	.11086	.25586
						HEXA	.88933	.74495
						TOTAL =	1.00019	1.00084
6	63.59	1339.10	70.31	600.00	170.31	PENTA	.08458	.20370
						HEXA	.91537	.80251
						TOTAL =	.99995	1.00621
7	65.07	1339.10	70.31	600.00	171.00	PENTA	.05640	.14551
						HEXA	.94552	.86153
						TOTAL =	1.00392	1.00704
CALDERI	66.71	739.10	70.51	600.00	171.09	PENTA	.03383	.08716
						HEXA	.96599	.91835
						TOTAL =	.99982	1.00551