

INFORME DE OCUPACION DE AULAS (menú 4 punto 5)

Es un informe de los cursos asignados en cada una de las horas del día a cada una de las aulas.

El informe tiene la presentación que aparece a continuación, donde se muestran a manera de ejemplo dos aulas: LAB y M3218.

La muestra es autoexplicativa y no requiere más explicación.
Se trabaja sobre la base de días de 24 horas.

AULA LAB

HORA	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB
6- 7						
7- 8						
8- 9						
9-10						
10-11						
11-12						
12-13		S40300101	S40300101			
13-14		S40300101	S40300101			
14-15						
15-16						
16-17						
17-18						
18-19						
19-20						

AULA M3218

HORA	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB
6- 7						
7- 8						
8- 9	S666601	S666601	S666601	S666601		
9-10	S666601	S666601	S666601	S666601		
10-11						
11-12						
12-13						
13-14						
14-15				S404002		
15-16				S404002		
16-17				S404002		
17-18				S404002		
18-19						
19-20						

INFORME DE HORARIOS DE PROFESORES (menú 4 punto 6)

Es un informe de los cursos asignados en cada una de las horas del día a cada uno de los profesores.

El informe tiene la presentación que aparece a continuación, donde se muestran a manera de ejemplo dos profesores: código I y código II

La muestra es autoexplicativa y no requiere más explicación.

Se trabaja sobre la base de días de 24 horas.

PROFESOR I

HORA	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB
6- 7						
7- 8						
8- 9			S404001			
9-10			S404001			
10-11			S404001			
11-12			S404001			
12-13						
13-14						
14-15			S403002			
15-16			S403002			
16-17			S403002			
17-18			S403002			
18-19						
19-20						

PROFESOR II

HORA	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB
6- 7						
7- 8						
8- 9	S666601	S666601	S666601	S666601		
9-10	S666601	S666601	S666601	S666601		
10-11						
11-12						
12-13						
13-14						
14-15			S404002			
15-16			S404002			
16-17			S404002			
17-18			S404002			
18-19						
19-20						

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA SOLUCION DEL PROBLEMA DE ASIGNACION DE PROFESORES AULAS Y HORARIOS A CURSOS EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL

El título del presente capítulo, aunque largo, pareciera particularizar el problema que se piensa investigar a la Universidad Nacional.

Sin embargo, por estar hecho para esta universidad particular se ha optado por este encabezado, pero vale la pena aclarar que el procedimiento descrito es válido para problemas de asignación que cumplan las particularidades que se describen a continuación.

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL VS. LA INVESTIGACION DE OPERACIONES

Utilizaremos IA para referirnos a la inteligencia artificial e IO para referirnos a la investigación de operaciones.

Cualquier persona con un poco de experiencia en IO ha oído mencionar el problema de asignación como uno de los problemas clásicos de la IO.

El problema en su forma más elemental consiste en tomar dos listas, cada una con el mismo número de elementos y asignar a cada elemento de la primera lista un elemento de la segunda, de modo que a cada pareja formada por un elemento de la primera lista con otro de la segunda se le asigna un valor (que generalmente es un costo o un ingreso).

A cada elemento de la primera lista le debe corresponder uno y solo uno de la segunda (por ello se utiliza una matriz cuadrada, donde las filas son los elementos de la primera lista y las columnas los elementos de la segunda).

Se trata de que la suma de los valores de las parejas que crucen sea óptimo (mínimo si son costos, tiempos, máximo si son ingresos, eficiencias, productividades, etc.).

El par de listas pueden ser (personas, máquinas), (enfermeras, turnos), (tripulaciones de avión, vuelos), y muchas otras, pero las que nos interesan por el momento son (cursos, profesores), (cursos, aulas), (cursos, horarios).

Para resolver el problema de asignación por medio de la IO existen varios algoritmos (solo menciono algoritmos lineales, ya que el problema es lineal) como el método húngaro, el cual he utilizado con muy buenos resultados y tiempos de respuesta satisfactorios (15 minutos de proceso para asignar 40 turnos a cuarenta enfermeras día por día durante 30 días en un Pentium a 100 Mhz.), el algoritmo del cruce del arroyo (para el problema del transporte), ya que se puede demostrar que el problema de asignación es un caso particular del problema del transporte, y en la medida en que las restricciones del problema se vuelven más complejas, se utiliza el método simplex y finalmente la programación de enteros, o sea el método de ramificación y acotación (branch and bound), el cual se vuelve muy ineficiente en la medida en que aparecen variables de tipo entero y binario.

Ahora la pregunta es: si existen tantos métodos de IO para resolver el problema de asignación y sus variables más complejas, porque recurrir a la IA?

La respuesta es que los métodos de IO se vuelven muy lentos e ineficientes en la medida en que los problemas se vuelven grandes o complejos.

Una segunda pregunta sería: si la IA es tan eficiente comparada con la IO, porque no utilizar siempre la IA y abandonar la IO.

La respuesta es que el precio que paga la IA por resolver los problemas en forma más rápida es la pérdida de exactitud.

En otras palabras la solución a la que se llega por los procedimientos de IA no siempre es la óptima, como si lo hace la IO (partiendo de que el problema se puede plantear como un sistema de restricciones (que pueden ser desigualdades o ecuaciones)).

En resumen se tiene

IO	IA
Lo matemático.	Lo racional.
Soluciones óptimas.	Soluciones buenas.
Algoritmos no muy eficientes para problemas grandes.	Algoritmos eficientes.
Algoritmos alejados de la realidad	Algoritmos próximos a la realidad

Quisiera explicar un poco la última diferencia: por ser una simulación del razonamiento humano, siempre la IA lo que hace es resolver los problemas tal como lo hace una persona, esto es en forma gradual, paso a paso, descomponiendo los problemas, por ensayo y error, etc.

En cambio la IO utiliza un método matemático (inversión de matrices, etc.) que solo vuelve a hacer contacto con la realidad cuando llega a la respuesta.

EL PROBLEMA DE ASIGNACION DE PROFESORES A CURSOS EN IA

Uno de los campos de la IA es el de los problemas de satisfacción de restricciones (CSP: constraint satisfaction problem), que se utiliza en problemas tan variados como la demostración de teoremas, problemas de grafos, visión artificial, problemas de asignación, planeación, scheduling, etc.

Sin entrar muy profundamente en la matemática que soporta los algoritmos haré una breve descripción de una de las formas de enfrentar los CSP, siempre relacionada al caso particular de asignar profesores a los cursos.

Un CSP se compone de los siguientes tres elementos:

- 1-Un conjunto de variables X_1, X_2, \dots, X_n
- 2-Un conjunto de dominios asociados a las variables D_1, D_2, \dots, D_n .
- 3-Un conjunto de restricciones que deben satisfacer las variables.

Una n-tupla (V_1, V_2, \dots, V_n) con V_i elemento de D_i es una solución sii la asignación $(X_1=V_1, X_2=V_2, \dots, X_n=V_n)$ verifica todas las restricciones.

Así para el caso que nos ocupa tenemos:

- 1-Las variables X_1, \dots, X_n son los cursos a los que se les desea asignar profesor.
- 2-Los dominios D_1, \dots, D_n son los profesores que se pueden asociar a cada curso. Estos profesores se encuentran en el archivo materias por profesor (punto 11 del menú 2).
- 3-Existen dos restricciones.

a)Una restricción obligatoria: la suma de cursos asignados a un profesor \leq (menor o igual que) horas por semana máximas de un profesor, atributo este que se encuentra en el archivo de profesores (HORAS POR SEMANA).

La restricción simplemente dice que existe una cota superior a las horas que un profesor puede dictar por semana.

b)La asignación de profesores a los cursos debe ser tal que las horas asignadas a cada profesor sea lo más balanceado posible, o sea que cuando se asignan profesores, se escoja el que tiene la mayor cantidad posible de horas por asignar. Esta restricción sería equivalente a una función objetivo si el problema se planteara como de IO.

Una solución al problema es la n-tupla (P_1, P_2, \dots, P_n) donde P_i es el profesor que dicta el curso i .

La solución al problema de IA consiste en asignar en forma secuencial profesores a los cursos (escoger los V_k de su respectivo dominio).

Las soluciones posibles forman un árbol de n niveles, donde cada nivel es un curso.

Al hacer una asignación en un nivel, se escoge un profesor que pertenezca a su dominio, pero a su vez tratando de que esa asignación garantice una solución, para lo cual se utilizan una serie de heurísticas, que revisan en cada nivel la factibilidad de una solución con base en esa asignación.

En la medida en que el análisis de factibilidad sea más exhaustivo, el proceso toma más tiempo de computador en ese nivel, pero se logra podar más el árbol, porque se logran descartar soluciones, en un nivel intermedio, que más adelante se volverían no factibles y por lo tanto no vale la pena seguir analizando.

Siempre existe pues un compromiso entre el grado de análisis en un nivel y el número de soluciones factibles a obtener. Si el grado de análisis en cada nivel del árbol consume mucho tiempo existen muchas podas en el árbol y no hay que revisar muchas soluciones; en cambio si el grado de análisis no es muy exhaustivo, se consume poco tiempo en esta parte del análisis, pero aparecen muchas soluciones factibles

Los procesos de IA son heurísticos y no existe una forma de saber a ciencia cierta que tanto tiempo se debe invertir en el análisis de cada nivel con el fin de podar el árbol, y es solamente el tipo de problema particular y la experiencia de quien lo resuelve, lo que determina el grado de análisis en cada nivel.

El procedimiento de hacer el análisis se denomina BACKTRACKING (mirar hacia atrás).

El problema que se quiere resolver se expresa como encontrar las n -tuplas (V_1, \dots, V_n) que satisfagan una propiedad $P_n(V_1, \dots, V_n)$

donde V_1, \dots, V_n son los valores asignados a las variables X_1, \dots, X_n , y

$P_n(V_1, \dots, V_n)$ se cumple si se satisfacen todas las restricciones para esa asignación.

El procedimiento de BACKTRACKING consiste en generar propiedades intermedias $P_k(V_1, \dots, V_k)$, tal que $P_{k+1}(V_1, \dots, V_{k+1})$ implica $P_k(V_1, \dots, V_k)$ para $(1 \leq k < n-1)$.

En palabras esto quiere decir que al hacer la asignación en el nivel k , todas las asignaciones anteriores satisfacen la propiedad.

En términos de nuestro problema particular y a manera de ejemplo, si al hacer la asignación de un profesor al segundo curso ($k=2$), esos dos profesores así asignados no son factibles, entonces no continuo con un tercer profesor ($k+1$), que tenga como asignación los dos profesores a los dos cursos anteriores, porque ya se sabe que esa asignación no es factible y eso sería perder tiempo.

Sin embargo hacer el análisis de la factibilidad de esa solución parcial (hasta el segundo profesor) también requiere tiempo.

De acuerdo con el grado de análisis en cada nivel, existen cuatro formas de clasificar el procedimiento de BACKTRACKING, las cuales clasificaremos en orden ascendente de acuerdo con el tiempo invertido en el análisis en cada nivel, lo cual como se dijo genera un número de soluciones en orden descendente

Esas cuatro formas son:

I-GT (GENERATE AND TEST):

$P_k(V_1, \dots, V_k)$ es verdadero para todo $k < n$ sii V_i es elemento de D_i para todo i tal que $(1 \leq i \leq k)$.

$P_n(V_1, \dots, V_n)$ es verdadero sii se cumplen todas las restricciones.

Esta forma no hace análisis de factibilidad, sino solamente la pertenencia al dominio (que el profesor este habilitado para dictar el curso), pero genera el máximo número de soluciones. Solamente después de generada cada una de las soluciones se hace el análisis para saber si se satisfacen las restricciones. En problemas de pocas variables puede funcionar y consiste simplemente en una enumeración de todas las soluciones factibles y la posterior verificación de la factibilidad (satisfacción de las restricciones).

En términos de nuestro problema particular se admiten como soluciones el que un profesor dicte todos los cursos para los cuales esta capacitado, y solamente después de generada la solución se encuentra que se excede el número máximo de horas por semana del profesor.

2-SB (STANDARD BACKTRACKING):

$P_k(V_1, \dots, V_k)$ es verdadero para todo $k \leq n$ sii

1. V_i es elemento de D_i para todo i tal que $(1 \leq i \leq k)$.
2. Se cumplen todas las restricciones para la asignación parcial (V_1, \dots, V_k) .

En términos de nuestro problema se hace un análisis de factibilidad en el nivel k (asignar el profesor al curso k) antes de continuar asignando más profesores a los cursos. Así, si se detecta que hasta ese nivel un profesor ya ha excedido su máximo número de horas por semana, no se hacen más asignaciones a los cursos posteriores, porque esa solución ya no es factible. Se produce una poda del árbol, pero se invierte tiempo en determinar los saldos de horas que le restan a cada profesor.

3-FC (FORWARD CHECKING):

$P_k(V_1, \dots, V_k)$ es verdadero para todo $k \leq n$ sii

1. Se cumplen las condiciones 1 y 2 de SB.
2. para todo f tal que $(k < f \leq n)$ existe un valor V_f en D_f tal que para las k asignaciones hechas y la f se cumplan todas las restricciones.

Nótese que esta forma incluye una mejora en el análisis de la factibilidad, respecto a SB, ya que exige una condición adicional.

En términos de nuestro problema, esto quiere decir que si yo tengo k profesores asignados a k cursos, para cada uno de los $(n-k)$ faltantes es posible hacer una asignación, que mantiene la factibilidad. En otras palabras se determina, en forma independiente que cada a uno de los cursos faltantes se le puede encontrar un profesor, si ese fuera el único curso que faltara. Aunque las k asignaciones con la de cada nivel f son factibles, es probable que de todas formas por esa rama del árbol no haya solución, ya que al hacer las asignaciones adicionales a las $k+1$ hechas, se puede llegar a una situación de no factibilidad.

Nuevamente el nivel de análisis de factibilidad es mayor, pero la poda del árbol también, con lo que se reduce aún más el número de soluciones.

4-LA (LOOKING AHEAD):

$P_k(V_1, \dots, V_k)$ es verdadero para todo $k \leq n$ sii

1. Se cumplen las condiciones 1 y 2 de FC.

2. Para todo f tal que $(k < f \leq n)$ existe un valor V_f en D_f para el cual es posible encontrar valores $V_{k+1}, \dots, V_{f-1}, V_{f+1}, \dots, V_n$ pertenecientes a los dominios $D_{k+1}, \dots, D_{f-1}, D_{f+1}, \dots, D_n$ que satisfagan todas las soluciones.

En términos de nuestro problema consiste en determinar si para la asignación parcial hecha hasta los k cursos, es posible encontrarle profesor a los restantes $(n-k)$ cursos de manera que el profesor este habilitado para dictar el curso y no exceda en ningún momento el máximo número de horas de cada profesor.

Nótese que este método encuentra una solución (si la hay). El análisis es mucho mayor, pero la poda del árbol también y por lo tanto el número de soluciones generadas es todavía menor.

IMPLEMENTACION DE UN ALGORITMO PARA EL PROBLEMA DE ASIGNACION DE PROFESORES A CURSOS EN IA.

Conocidas las formas de enfrentar un problema de CSP, nuestro paso siguiente es escoger una de las cuatro formas.

Nuevamente repito que la escogencia y el éxito que se tenga con ella en cuanto la optimalidad y eficiencia de la solución dependen de la experiencia.

He optado por el algoritmo SB (STANDARD BACKTRACKING), la segunda forma, dado que la dimensión de nuestro problema no es muy grande. Para un departamento de 100 cursos con 40 profesores para dictarlos (un promedio de 2.5 cursos por profesor) se tendría, si se opta por la forma uno que encontrar todas las soluciones factibles, si se asume que cada curso en promedio lo pueden dictar dos profesores distintos generaría 2^{100} (2 elevado a la potencia 100) asignaciones posibles, lo cual es un número con 30 cifras significativas. Revisar la factibilidad de ese número de soluciones puede consumir mucho tiempo, inclusive para un procesador rápido.

El algoritmo esta implementado en FOXPRO versión 2.5 (Si se desea ver el algoritmo, consultar el programa ASIPRO.PRG).

COMENTARIOS SOBRE EL PROGRAMA DE ASIGNACION DE PROFESORES A CURSOS.

1-Se asigna a cada curso un número consecutivo de 1 a n (hay n cursos) y a cada profesor otro consecutivo de 1 a m (hay m profesores), con el fin de no manejar códigos de cursos ni de profesores y darle velocidad y eficiencia al programa. Una vez que el problema se resuelve, se hace nuevamente la conversión contraria de consecutivos a códigos, para saber que cursos dictara cada uno de los profesores.

2-El algoritmo se detiene apenas encuentra una solución que satisfaga todas las restricciones. Se asume que de las soluciones factibles es indiferente escoger cualquiera de ellas.

3-La forma SB recorre el árbol de soluciones en profundidad. Hace la asignación de un profesor a un curso y así continua. Si en este proceso se encuentra con que a uno de los cursos no es posible asignarle profesor, se debe devolver por el árbol y ensayar otras soluciones en anchura (ya no en profundidad). Ese proceso de devolverse es propiamente el BACKTRACKING.

Así se continúa recorriendo todo el árbol hasta encontrar la primera solución factible, o hasta determinar que el problema no tiene solución, en cuyo caso se envía el mensaje NO HAY SOLUCION a la pantalla.

4-La implementación de la estructura de árbol, por facilidad se hizo como un archivo plano. Se genera un registro en ese archivo (el nombre del archivo es INTASP.DBF) por cada combinación de curso-profesor factible, para lo cual se consultan los archivos de CURSOS y de MATERIAS POR PROFESOR, que se reciben de Dirección Académica.

Los campos o atributos del archivo son los siguientes:

CONSECUTIVO DEL CURSO: (IACONSC 4 0) El consecutivo asignado a cada uno de los cursos.

CONSECUTIVO DEL PROFESOR: (IACONSP 3 0) El consecutivo asignado a cada uno de los profesores.

CODIGO DE LA MATERIA: (MACOMA 10) El código de la materia

CODIGO DEL GRUPO: (MAGRUP 2 0) El código consecutivo del curso dentro de la materia.

CODIGO DEL GRUPO DE LABORATORIO: (MAGRUL 2 0) El código consecutivo del laboratorio (si el curso es de laboratorio) dentro del curso.

CODIGO DEL PROFESOR: (IACOPR 10) EL código del profesor

Los cuatro campos anteriores no se utilizan en el proceso de asignación, y solo se mantienen por claridad, para saber a que corresponden los consecutivos de cursos y profesores.

HORAS POR SEMANA DEL CURSO: (IAHOSE 2 0) Las horas por semana requeridas por el curso, las cuales son calculadas de la suma de todas las sesiones del atributo SESIONES o SESIONES LABORATORIO (según que el curso sea teórico o de laboratorio) del archivo maestro de materias

INDICATIVO DE LA ASIGNACION: (IAINDI 1 0) Es un atributo dinámico, que esta cambiando durante el proceso de asignación y que puede tomar los valores siguientes:

- 0 A ese curso no se le ha asignado ese profesor
- 1 A ese curso se le asigno ese profesor
- 2 A ese curso se le asigno otro profesor.

El valor 2 se utiliza para hacer el proceso de backtracking, y poder ascender por el árbol, cuando no se puede continuar en profundidad.

Al comenzar el proceso este indicativo se pone en cero para todos los registros del archivo, y al final del proceso todos deben quedar en 1 o 2.

Como para cada curso existe un registro por cada profesor factible (si un curso lo pueden dictar tres profesores se generan tres registros), entonces para cada uno de los cursos el registro del profesor seleccionado para dictarlo queda en 1, y el de los demás profesores que hubieran podido dictar ese curso queda en 2.

4-Al finalizar el proceso, si hay solución se toman los registros que tienen un 1 y ese consecutivo de curso y de profesor se traducen a los respectivos códigos de curso y profesor para luego actualizar el archivo de cursos y continuar con el proceso manual de cambios de profesores (si se desea) y de manifestar preferencias de horarios y de aulas a los cursos, antes de enviar la información a Dirección Académica.

EL PROBLEMA DE ASIGNACION DE AULAS Y HORARIOS A CURSOS EN IA

El proceso de asignación de aulas y horarios es de un tamaño mucho mayor, ya que se realiza con todos los cursos, aulas y horarios de la Universidad, en tanto que el de profesores se realiza solo con los cursos y profesores de cada departamento.

Pero además de su tamaño, su complejidad también es más alta, ya que se trata de hacer dos asignaciones al tiempo: aula y horario.

Sin embargo, dado que el proceso está bien descrito en los numerales

EVEN TO ASIGNAR HORARIOS Y AULAS A LOS CURSOS (TOTAL D.A) (menú 3 punto 14)

y **PASOS EN LA ASIGNACION DE HORARIOS, AULAS Y PROFESORES**, y que ya la descripción del soporte matemático del proceso de asignación (CSP) se hizo en el numeral **EL PROBLEMA DE ASIGNACION DE PROFESORES A CURSOS EN IA**,

sólo haré una breve descripción.

A pesar de su complejidad y su tamaño, el proceso es más heurístico y en lugar de hacer el backtracking para tratar de encontrar otra solución, lo que se hace es que una vez asignados horario y aula a un curso, esta asignación ya se considera definitiva y nunca se deshace.

Sin embargo, si se realiza un proceso de backtracking, volviendo a pasar varias veces por los cursos a los cuales no se les ha hecho asignación.

Por cada curso el backtracking pasa 6 veces (consultar el

EVEN TO ASIGNAR HORARIOS Y AULAS A LOS CURSOS (TOTAL D.A) (menú 3 punto 14))

que corresponden a cada uno de los pasos descritos.

A diferencia de la asignación de profesores de la cual se puede salir en un estado **SIN SOLUCION**, la asignación de horarios y aulas lleva el proceso de asignación tan lejos como puede, haciendo como ya se dijo el proceso de backtracking en seis ocasiones, pero el resultado final del proceso es la asignación de los cursos posibles con los recursos disponibles.

Recuérdese que adicional al proceso automático de asignación, existe un proceso manual posterior para hacer correcciones a las asignaciones automáticas, incluyendo las que no se lograron hacer en forma automática.

ANEXO 2

profes	caso01	caso02	caso03	caso04	caso05	caso06	caso07	caso08	caso09	caso10	caso11
1	4	8	12	12	4	4	4	0	0	4	4
2	4	8	12	12	4	4	4	0	4	4	4
3	4	8	12	12	4	4	0	0	4	0	4
4	4	8	12	12	4	4	4	0	0	0	4
5	4	8	12	12	4	4	8	4	0	0	4
6	4	8	12	12	4	4	8	0	4	4	4
7	4	8	12	12	4	4	0	4	4	4	4
8	4	8	12	12	4	0	0	0	4	4	4
9	4	8	12	12	4	0	0	4	4	4	4
10	4	8	12	12	4	4	0	0	0	4	4
11	4	8	8	12	4	4	0	0	0	4	4
12	4	8	8	12	4	0	4	0	0	8	4
13	4	8	8	12	4	4	0	8	0	0	4
14	4	8	8	12	4	0	0	4	4	4	4
15	4	8	8	12	4	4	4	0	0	0	4
16	4	8	8	12	4	0	0	0	4	4	4
17	4	8	8	12	4	4	4	4	4	8	4
18	4	8	8	12	4	0	0	8	0	0	4
19	4	8	8	12	4	4	0	0	0	8	4
20	4	8	8	12	4	4	0	4	4	8	4
21	4	8	8	12	4	0	4	0	0	0	4
22	4	8	8	12	4	0	0	0	0	0	4
23	4	8	8	12	4	0	0	0	0	0	4
24	4	8	8	12	4	4	4	0	0	0	4
25	4	8	8	12	4	4	0	4	0	4	4
26	4	8	8	12	4	0	0	0	4	0	4
27	4	8	8	12	4	0	4	4	4	0	4
28	4	8	8	12	4	0	0	0	4	4	4
29	4	8	8	12	4	4	4	4	4	0	4
30	4	8	8	12	4	0	4	4	0	0	4
31	4	8	8	12	4	4	4	0	0	0	4
32	4	8	8	12	4	0	4	0	0	4	4
33	4	8	8	12	4	0	0	0	4	0	4
34	4	8	8	12	4	4	0	8	0	0	4
35	4	8	8	12	4	4	4	4	4	0	4
36	4	8	8	12	4	4	0	4	0	0	4
37	4	8	8	12	4	4	0	4	8	0	4
38	4	8	8	12	4	0	0	4	0	4	4
39	4	8	8	12	4	4	0	4	0	0	4
40	4	8	8	12	4	4	0	0	4	0	4
41	4	4	8	12	4	4	4	0	0	0	4
42	4	4	8	12	4	0	0	4	0	4	4
43	4	4	8	12	4	4	0	4	0	0	4
44	4	4	8	12	4	0	0	8	0	0	4
45	4	4	8	12	4	0	0	0	4	4	4
46	4	4	8	12	4	0	0	4	0	0	4
47	4	4	8	12	4	4	0	4	0	4	4
48	4	4	8	12	4	0	0	0	0	0	4
49	4	4	8	12	4	4	0	0	4	0	4
50	4	4	8	12	4	4	4	4	4	0	4

profes	caso01	caso02	caso03	caso04	caso05	caso06	caso07	caso08	caso09	caso10	caso11
51	4	4	8	12	4	0	4	4	0	0	4
52	4	4	8	12	4	0	4	4	0	0	4
53	4	4	8	12	4	0	4	4	4	0	4
54	4	4	8	12	4	0	0	4	0	0	4
55	4	4	8	12	4	4	0	0	4	4	4
56	4	4	8	12	4	0	4	4	0	0	4
57	4	4	8	12	4	4	0	0	8	0	4
58	4	4	8	12	4	4	0	0	4	0	4
59	4	4	8	12	4	4	0	4	0	0	4
60	4	4	8	12	4	4	4	8	4	0	4
61	4	4	8	12	4	4	4	4	0	0	4
62	4	4	8	12	4	4	0	0	4	0	4
63	4	4	8	12	4	0	0	0	0	0	4
64	4	4	8	12	4	0	0	4	0	0	4
65	4	4	8	12	4	0	0	4	0	0	4
66	4	4	8	12	4	0	0	4	0	0	4
67	4	4	8	12	4	0	0	0	4	0	4
68	4	4	8	12	4	4	4	0	4	0	4
69	4	4	8	12	4	4	0	4	0	0	4
70	4	4	8	12	4	4	0	8	0	0	4
71	0	4	8	12	0	4	0	0	0	0	0
72	0	4	8	12	0	0	4	0	0	0	0
73	0	4	8	12	0	0	4	0	4	0	0
74	0	4	8	12	0	0	4	4	4	0	0
75	0	4	8	12	0	0	4	0	0	0	0
76	0	4	8	12	0	4	4	0	0	0	0
77	0	4	8	12	0	0	4	0	0	4	0
78	0	4	8	12	0	0	0	4	0	0	0
79	0	4	8	12	0	4	0	0	0	0	0
80	0	4	8	12	0	4	0	4	0	4	0
81	0	4	8	8	0	4	4	4	0	0	0
82	0	4	8	8	0	4	0	4	0	0	0
83	0	4	8	8	0	4	0	0	0	0	0
84	0	4	8	8	0	0	0	0	0	8	0
85	0	4	8	8	0	4	0	0	0	0	0
86	0	4	8	8	0	4	0	4	0	0	0
87	0	4	8	8	0	4	0	0	0	8	0
88	0	4	8	8	0	0	4	0	4	4	0
89	0	4	8	8	0	0	4	4	0	0	0
90	0	4	8	8	0	4	4	4	4	0	0
91	0	4	8	8	0	4	0	0	0	4	0
92	0	4	8	8	0	4	0	4	0	0	0
93	0	4	8	8	0	0	4	0	0	4	0
94	0	4	8	8	0	0	0	0	4	0	0
95	0	4	8	8	0	4	0	0	0	0	0
96	0	4	8	8	0	4	0	0	4	0	0
97	0	4	8	8	0	0	0	0	4	4	0
98	0	4	8	8	0	4	0	0	4	0	0
99	0	4	8	8	0	4	0	0	8	4	0
100	0	4	8	8	0	4	4	4	0	0	0

profes	caso01	caso02	caso03	caso04	caso05	caso06	caso07	caso08	caso09	caso10	caso11
101	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	0	0	0	0	0	0	4	0	4	4	0
105	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	0
106	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
107	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0
108	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
109	0	0	0	0	0	4	0	4	4	4	0
110	0	0	0	0	0	4	4	0	4	4	0
111	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0
112	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
113	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
114	0	0	0	0	0	4	4	0	0	4	0
115	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
116	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0
117	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
118	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0
119	0	0	0	0	0	4	0	0	0	8	0
120	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
121	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0	0
122	0	0	0	0	0	0	4	0	0	8	0
123	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
124	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0	0
125	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0
126	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
127	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0
128	0	0	0	0	0	4	0	4	4	0	0
129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0
131	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
132	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
133	0	0	0	0	0	4	0	0	4	4	0
134	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0
135	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0
136	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0
137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
138	0	0	0	0	0	4	4	0	8	0	0
139	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	0
140	0	0	0	0	0	4	4	4	8	4	0
141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
142	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
143	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	0
144	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
145	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4	0
146	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0
147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
148	0	0	0	0	0	0	4	0	8	0	0
149	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0
150	0	0	0	0	0	0	4	0	4	4	0

aula	caso01	caso02	caso03	caso04	caso05	caso06	caso07	caso08	caso09	caso10	caso11
151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
161	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
177	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
181	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
185	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
187	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
189	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
199	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	280	560	840	1120	280	320	320	320	320	320	280

ANEXO 3

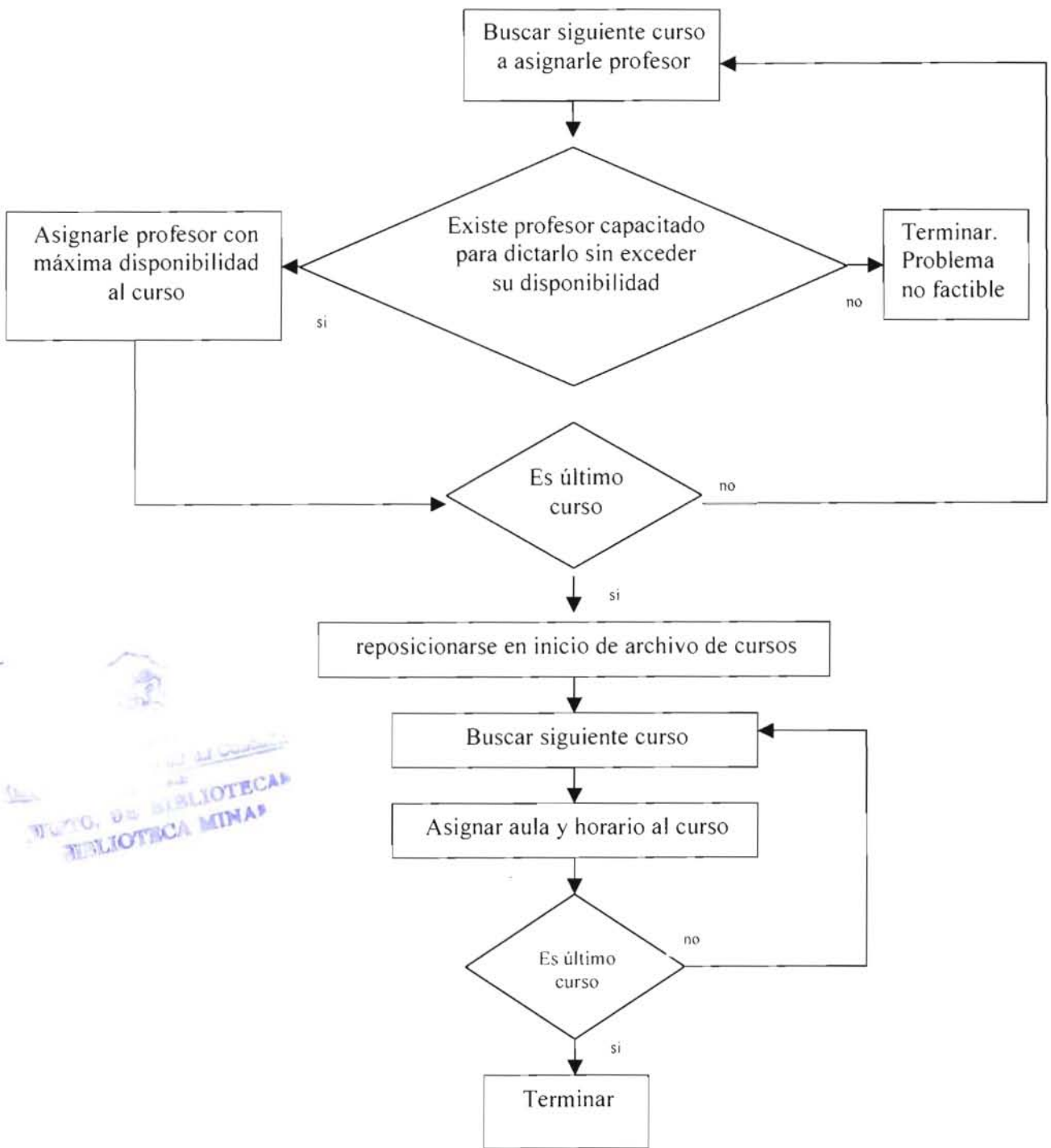


DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL
 ASIGNACIÓN PROFESORES AULAS
 Y HORARIOS A LOS CURSOS