



## Modelos Avanzados de Computación

### Examen de septiembre

#### EJERCICIO 1 (1.5 puntos)

- (a) Enuncie y demuestre el Lema de Bombeo para Autómatas Finitos.
- (b) Enuncie y demuestre el Lema de Bombeo para Autómatas de Pila.

#### EJERCICIO 2 (1.5 puntos)

Considere la siguiente gramática libre de contexto, expresada en Forma Normal de Chomsky.

$E \rightarrow E A$	$F \rightarrow M H$	$H \rightarrow E N$
$E \rightarrow T B$	$F \rightarrow id$	$M \rightarrow lparen$
$E \rightarrow M C$	$A \rightarrow O T$	$N \rightarrow rparen$
$E \rightarrow id$	$B \rightarrow P F$	$O \rightarrow plus$
$T \rightarrow T D$	$C \rightarrow E N$	$P \rightarrow prod$
$T \rightarrow M G$	$D \rightarrow P F$	
$T \rightarrow id$	$G \rightarrow E N$	

Verifique que la cadena “**id prod lparen id plus id rparen**” pertenece al lenguaje definido por la gramática por medio del algoritmo de Cocke-Younger-Kasami.

#### EJERCICIO 3 (2 puntos)

Diseñar una Máquina de Turing que haga una copia de una cadena de símbolos  $\{A,B,C\}$ . Por ejemplo, para la entrada “**#AABCAAbbb...**” devuelve en la cinta “**#AABCAABCAAbb...**”.

NOTA: Tenga en cuenta que no existe ningún espacio entre la cadena inicial y la copia.

#### EJERCICIO 4 (1.5 puntos)

Sea  $EQ_{TM}$  el lenguaje formado por las cadenas  $\langle M_1, M_2 \rangle$  tales que  $M_1$  y  $M_2$  son codificaciones de Máquinas de Turing que reconocen el mismo lenguaje. Es decir,  $L(M_1) = L(M_2)$ .

Demuestre que el lenguaje  $EQ_{TM}$  es indecidible.

NOTA: Considere demostrado que los lenguajes  $A_{TM}$  (problema de la aceptación),  $HALT_{TM}$  (problema de la parada) y  $E_{TM}$  (problema del lenguaje vacío) son indecidibles.

#### EJERCICIO 5 (2 puntos)

Considere el modelo de computación de las funciones recursivas. Asuma que las siguientes funciones ya han demostrado ser recursivas primitivas:  $Suma(x,y)$ ,  $Producto(x,y)$ ,  $Potencia(x,y)$ ,  $Decremento(x)$ ,  $RestaAcotada(x,y)$ ,  $Signo(x)$ ,  $SignoNegado(x)$ ,  $Min(x,y)$ ,  $Max(x,y)$ ,  $And(x,y)$ ,  $Or(x,y)$ ,  $Not(x)$ ,  $Igual(x,y)$ ,  $Mayor(x,y)$ ,  $Menor(x,y)$ ,  $MayorOIgual(x,y)$ ,  $MenorOIgual(x,y)$ ,  $If(x,y,z)$ .

Demuestre que la función  $Division(x,y)$ , que calcula la división entera ( $x / y$ ) es una función primitiva recursiva.

#### EJERCICIO 6 (1.5 puntos)

Defina los siguientes conceptos:

- (a) ¿Qué es un problema de clase P?
- (b) ¿Qué es un problema de clase NP?
- (c) ¿Qué es un problema NP-completo?