Instituto Politécnico Nacional

Escuela Superior de Cómputo

Trabajo terminal

Dra. Sandra Díaz Santiago

Generación de tokens para protejer datos de tarjetas bancarias

Número 20180008

Daniel Ayala Zamorano
Laura Natalia Borbolla Palacios
Ricardo Quezada Figueroa

Enero de 2018

Contenido

Capítulo 1

Introducción

1.1. Justificación

1.2. Objetivos

Capítulo 2

Antecedentes

2.1. Introducción a la criptografía

2.2. Cifrados por bloques

2.3. Cifrados de flujo

2.4. Modos de operación

Por sí solos, los cifrados por bloques solamente permiten el cifrado y descifrado de bloques de información de tamaño fijo. Para la mayoría de los casos, menos de 256 bits[1], lo cual es equivalente a alrededor de 8 caracteres. Es fácil darse cuenta de que esta restricción no es ningún tema menor: en la gran mayoría de las aplicaciones, la longitud de lo que se quiere ocultar es arbitraria.

Los modos de operación permiten extender la funcionalidad de los cifrados por bloques para poder aplicarlos a información de tamaño irrestricto. Formalizamos este concepto definiendo a un cifrado por bloques como una función C (ecuación 2.1) y a un modo de operación como una función M (ecuación 2.2).

$$C(L, B) \rightarrow Bc \tag{2.1}$$

En donde L es la llave y B es el bloque a cifrar; ambos con un tamaño definido: $L \in \{0,1\}^k$ (k es el tamaño de la llave) y $B \in \{0,1\}^n$ (n es el tamaño de bloque). Bc representa al bloque cifrado, el cuál también tiene longitud n.

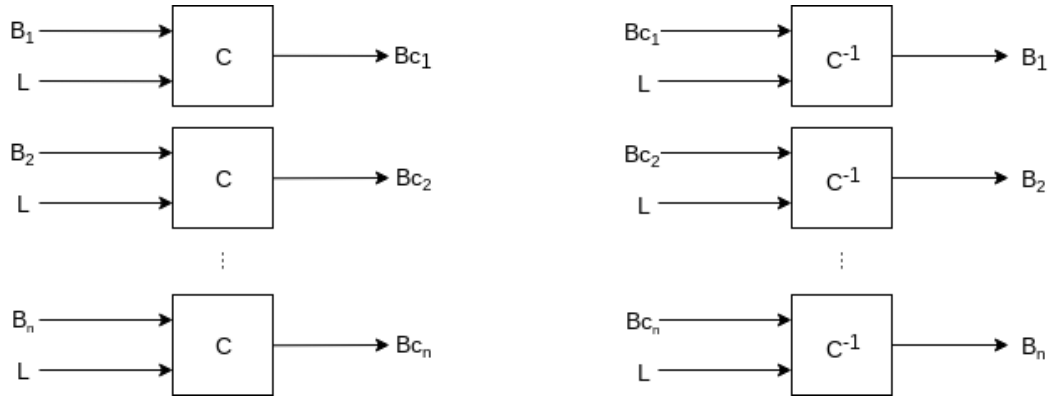
$$M(L, T) \rightarrow Tc \tag{2.2}$$

En este caso L es la misma que en 2.1, T y Tc son el texto original y el texto cifrado, respectivamente, y ambos son de longitud arbitraria: $T, Tc \in \{0,1\}^*$.

Un primer enfoque (y quizás el más intuitivo) es partir el mensaje original en bloques del tamaño requerido y después aplicar el algoritmo a cada bloque por separado; en caso de que la longitud del mensaje no sea múltiplo del tamaño de bloque, se puede agregar información extra al último bloque para completar el tamaño requerido. Este es, de hecho, el primero de los modos que presentamos a continuación (*Electronic Codebook*, ECB); su uso no es recomendado, pues es muy inseguro cuando el mensaje original es simétrico a nivel de bloque [1]. También presentamos otros tres modos, los cuales junto con ECB, son los más comunes.

2.4.1. *Electronic Codebook* (ECB)

La figura 2.1 muestra un diagrama esquemático de este modo de operación. Según la ecuación 2.2, el algoritmo recibe a la entrada una llave y un mensaje de longitud arbitraria: la llave se pasa sin ninguna modificación a cada función del cifrado por bloques; el mensaje se debe de partir en bloques ($T = B_1||B_2||\ldots||B_n$).



(a) Cifrado. (b) Descifrado.

Figura 2.1: Modo de operación ECB.

```
1  entrada: llave L; bloques de mensaje B_1, B_2 ... B_n.
2   salida: bloques de mensaje cifrado Bc_1, Bc_2 ... Bc_n.
3  inicio
4    para_todo B
5      Bc_i ← C(L, B_i)
6    fin
7    regresar Bc
8  fin
```

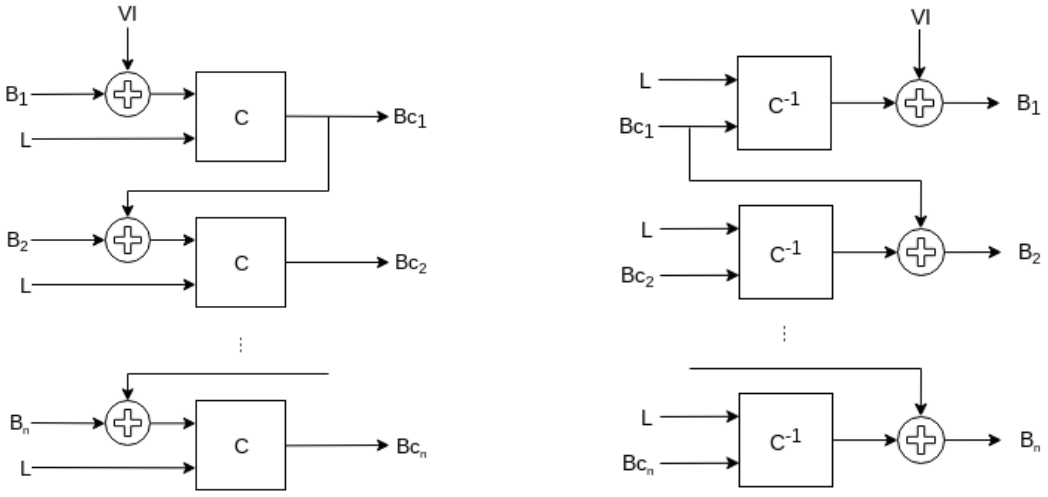
Pseudocódigo 2.1: Modo de operación ECB, cifrado.

```
1  entrada: llave L; bloques de mensaje cifrado Bc_1, Bc_2 ... Bc_n.
2   salida: bloques de mensaje original B_1, B_2 ... B_n.
3  inicio
4    para_todo Bc
5      B_i ← C^-1(L, Bc_i)
6    fin
7    regresar B
8  fin
```

Pseudocódigo 2.2: Modo de operación ECB, descifrado.

2.4.2. *Cipher-block Chaining* (CBC)

En CBC la salida del bloque cifrador uno se introduce (junto con el siguiente bloque del mensaje) en el bloque cifrador dos, y así en sucesivo. Para poder replicar este comportamiento en todos los bloque cifradores, este modo de operación necesita un argumento extra a la entrada: un vector de inicialización. De esta manera la salida del bloque i depende de todos los bloques anteriores; esto incrementa la seguridad con respecto a ECB.



(a) Cifrado. (b) Descifrado.

Figura 2.2: Modo de operación CBC.

En la figura 2.2 se muestran los diagramas esquemáticos para cifrar y descifrar; en los pseudocódigos 2.3 y 2.4 se muestran unos de los posibles algoritmos a seguir. Es importante notar que mientras que el proceso de cifrado debe ser forzosamente secuencial (por la dependencias entre salidas), el proceso de descifrado puede ser ejecutado en paralelo.

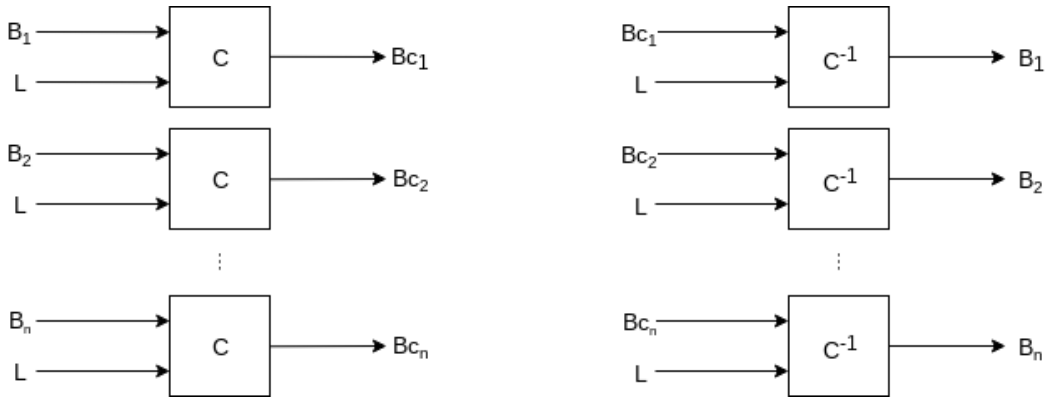
```
1   entrada: llave L; vector de inicialización VI;
2            bloques de mensaje B_1, B_2 ... B_n.
3    salida: bloques de mensaje cifrado Bc_1, Bc_2 ... Bc_n.
4   inicio
5     Bc_0 ← VI                    // El vector de incialización
6     para_todo B                  // entra al primer bloque.
7       Bc_i ← C(L, B_i ⊕ Bc_{i-1})
8     fin
9     regresar Bc
10  fin
```

Pseudocódigo 2.3: Modo de operación CBC, cifrado.

```
1  entrada: llave L; vector de inicialización VI;
2           bloques de mensaje cifrado Bc_1, Bc_2 ... Bc_n.
3   salida: bloques de mensaje original B_1, B_2 ... B_n.
4  inicio
5    Bc_0 ← VI
6    para_todo Bc
7      B_i ← C^{-1}(L, Bc_i) ⊕ Bc_{i-1}
8    fin
9    regresar B
10 fin
```

Pseudocódigo 2.4: Modo de operación CBC, descifrado.

2.4.3. *Cipher Feedback* (CFE)

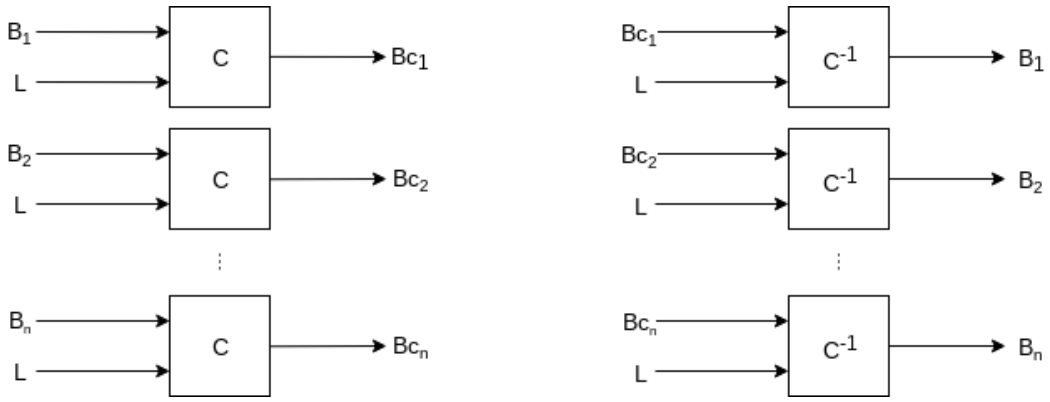


(a) Cifrado.

(b) Descifrado.

Figura 2.3: Modo de operación ECB.

2.4.4. *Output Feedback* (OFB)



(a) Cifrado.

(b) Descifrado.

Figura 2.4: Modo de operación ECB.

2.5. Funciones hash

Bibliografía

[1] Debrup Chakraborty y Francisco Rodríguez-Henríquez. "Block Cipher Modes of Operation from a Hardware Implementation Perspective". En: *Cryptographic Engineering*. Ed. por Çetin Kaya Koç. Springer, 2009, págs. 321-363. ISBN: 978-0-387-71816-3. DOI: 10.1007/978-0-387-71817-0_12. URL: https://doi.org/10.1007/978-0-387-71817-0_12.

Lista de figuras

Lista de tablas

Lista de pseudocódigos