**Informe: Caso 2**

**Carlos Eduardo Ramírez Martínez (201921729)**

**Néstor Felipe González García (201912670)**

Para simular el comportamiento de paginación se emplearon 3 clases: PageThread, BitThread y Monitor. Estas clases se encargan de leer las referencias y actualizar la tabla de páginas, manejar los ciclos de reloj y su efecto en los bits de referencia, y controlar la sincronización entre los threads, respectivamente.

Dadas estas clases, se empleó una tabla de hash donde la llave es el entero que representa la dirección virtual de una página y su valor es una tupla de 3 enteros que representan la dirección real, el bit de referencia y el bit de modificación. En esta tabla de hash los bits de referencia y modificación se inicializan en 0 y la dirección real en –1 para indicar que no se encuentra cargado en la RAM. Por otro lado, se empleó un arreglo de tamaño fijo con la cantidad de marcos de página asignados al proceso donde se almacena en cada posición la dirección virtual de la página. Finalmente, durante el algoritmo de reemplazo se generan 4 arreglos en los que se clasifican únicamente las páginas que se encuentran cargadas en la RAM al momento de ejecutar el algoritmo.

Respecto a la sincronización implementada, se utilizó un monitor para sincronizar el acceso y modificación de la tabla de páginas, ya que este es un recurso compartido entre los dos threads. Particularmente, se sincronizan las operaciones de lectura de la tabla a la hora de revisar si la página está cargada, modificación de la tabla de páginas para actualizar los bits r y m y lectura para aplicar el algoritmo de reemplazo NRU.

Dada la implementación, al seleccionar una página aleatoria de los grupos que resultan del NRU impacta directamente sobre el número de fallos de página obtenidos, ya que puede ocurrir que la página reemplazada, sea posteriormente referenciada y se genere otro fallo de página. Esta aleatoriedad es la causante de que los números de fallas de páginas sea variables.

A continuación, se muestran las tablas y gráficas realizadas a partir de los casos de prueba planteados por el equipo. Los archivos de referencia (datos) para cada caso de prueba fueron generados mediante un script de Python. Para cada cantidad (n) de páginas del proceso se probó de 1 a n marcos de página asignados, ya que para marcos asignados mayores a n el número de fallos sería constante debido a que todas las páginas entrarían en memoria. Igualmente, para cada caso se probó con 500 referencias generadas aleatoriamente.

|  |  |
| --- | --- |
| 16 Páginas del Proceso | |
| Marcos Asignados | Fallos de Pág |
| 1 | 472 |
| 2 | 434 |
| 3 | 416 |
| 4 | 381 |
| 5 | 354 |
| 6 | 313 |
| 7 | 293 |
| 8 | 252 |
| 9 | 233 |
| 10 | 187 |
| 11 | 157 |
| 12 | 135 |
| 13 | 110 |
| 14 | 75 |
| 15 | 49 |
| 16 | 16 |

|  |  |
| --- | --- |
| 32 Páginas del Proceso | |
| Marcos Asignados | Fallos de Pág |
| 1 | 482 |
| 2 | 471 |
| 3 | 451 |
| 4 | 437 |
| 5 | 429 |
| 6 | 404 |
| 7 | 386 |
| 8 | 379 |
| 9 | 350 |
| 10 | 345 |
| 11 | 335 |
| 12 | 301 |
| 13 | 304 |
| 14 | 283 |
| 15 | 264 |
| 16 | 241 |
| 17 | 237 |
| 18 | 224 |
| 19 | 202 |
| 20 | 201 |
| 21 | 167 |
| 22 | 177 |
| 23 | 139 |
| 24 | 135 |
| 25 | 124 |
| 26 | 107 |
| 27 | 95 |
| 28 | 77 |
| 29 | 68 |
| 30 | 49 |
| 31 | 45 |
| 32 | 32 |

|  |  |
| --- | --- |
| 64 Páginas del Proceso | |
| Marcos Asignados | Fallos de Pág |
| 1 | 495 |
| 2 | 486 |
| 3 | 483 |
| 4 | 474 |
| 5 | 459 |
| 6 | 454 |
| 7 | 450 |
| 8 | 443 |
| 9 | 425 |
| 10 | 425 |
| 11 | 402 |
| 12 | 399 |
| 13 | 393 |
| 14 | 396 |
| 15 | 379 |
| 16 | 374 |
| 17 | 374 |
| 18 | 361 |
| 19 | 356 |
| 20 | 349 |
| 21 | 343 |
| 22 | 334 |
| 23 | 323 |
| 24 | 332 |
| 25 | 299 |
| 26 | 295 |
| 27 | 288 |
| 28 | 299 |
| 29 | 277 |
| 30 | 282 |
| 31 | 271 |
| 32 | 263 |
| 33 | 255 |
| 34 | 234 |
| 35 | 239 |
| 36 | 240 |
| 37 | 220 |
| 38 | 216 |
| 39 | 214 |
| 40 | 210 |
| 41 | 211 |
| 42 | 204 |
| 43 | 191 |
| 44 | 175 |
| 45 | 172 |
| 46 | 171 |
| 47 | 177 |
| 48 | 157 |
| 49 | 149 |
| 50 | 153 |
| 51 | 145 |
| 52 | 125 |
| 53 | 122 |
| 54 | 121 |
| 55 | 109 |
| 56 | 109 |
| 57 | 94 |
| 58 | 91 |
| 59 | 87 |
| 60 | 79 |
| 61 | 74 |
| 62 | 73 |
| 63 | 64 |
| 64 | 64 |

|  |  |
| --- | --- |
| 128 Páginas del Proceso | |
| Marcos Asignados | Fallos de Pág |
| 1 | 495 |
| 2 | 493 |
| 3 | 483 |
| 4 | 486 |
| 5 | 475 |
| 6 | 478 |
| 7 | 466 |
| 8 | 464 |
| 9 | 465 |
| 10 | 459 |
| 11 | 452 |
| 12 | 456 |
| 13 | 449 |
| 14 | 441 |
| 15 | 435 |
| 16 | 442 |
| 17 | 428 |
| 18 | 423 |
| 19 | 416 |
| 20 | 420 |
| 21 | 421 |
| 22 | 414 |
| 23 | 415 |
| 24 | 406 |
| 25 | 411 |
| 26 | 406 |
| 27 | 406 |
| 28 | 394 |
| 29 | 391 |
| 30 | 382 |
| 31 | 387 |
| 32 | 394 |
| 33 | 375 |
| 34 | 381 |
| 35 | 380 |
| 36 | 371 |
| 37 | 374 |
| 38 | 365 |
| 39 | 364 |
| 40 | 371 |
| 41 | 347 |
| 42 | 334 |
| 43 | 339 |
| 44 | 347 |
| 45 | 335 |
| 46 | 338 |
| 47 | 329 |
| 48 | 321 |
| 49 | 336 |
| 50 | 325 |
| 51 | 315 |
| 52 | 313 |
| 53 | 307 |
| 54 | 313 |
| 55 | 310 |
| 56 | 299 |
| 57 | 295 |
| 58 | 297 |
| 59 | 298 |
| 60 | 273 |
| 61 | 279 |
| 62 | 280 |
| 63 | 284 |
| 64 | 276 |
| 65 | 277 |
| 66 | 262 |
| 67 | 266 |
| 68 | 270 |
| 69 | 265 |
| 70 | 256 |
| 71 | 261 |
| 72 | 239 |
| 73 | 260 |
| 74 | 255 |
| 75 | 248 |
| 76 | 229 |
| 77 | 227 |
| 78 | 226 |
| 79 | 232 |
| 80 | 234 |
| 81 | 231 |
| 82 | 227 |
| 83 | 225 |
| 84 | 222 |
| 85 | 213 |
| 86 | 223 |
| 87 | 212 |
| 88 | 215 |
| 89 | 204 |
| 90 | 199 |
| 91 | 200 |
| 92 | 197 |
| 93 | 198 |
| 94 | 184 |
| 95 | 188 |
| 96 | 183 |
| 97 | 183 |
| 98 | 182 |
| 99 | 174 |
| 100 | 183 |
| 101 | 173 |
| 102 | 170 |
| 103 | 163 |
| 104 | 162 |
| 105 | 160 |
| 106 | 156 |
| 107 | 155 |
| 108 | 151 |
| 109 | 151 |
| 110 | 149 |
| 111 | 146 |
| 112 | 143 |
| 113 | 139 |
| 114 | 139 |
| 115 | 136 |
| 116 | 135 |
| 117 | 133 |
| 118 | 129 |
| 119 | 127 |
| 120 | 128 |
| 121 | 125 |
| 122 | 125 |
| 123 | 124 |
| 124 | 124 |
| 125 | 124 |
| 126 | 124 |
| 127 | 124 |
| 128 | 124 |

En primera instancia, se observa que hay una relación inversamente proporcional entre los marcos de página y los fallos obtenidos. Esto hace sentido, ya que entré más espacio tenga un proceso para cargar sus páginas, menor será la cantidad de ocasiones en las cuales se quede sin espacio y tenga que generar un fallo de página. Igualmente, como se identificó anteriormente, a partir de que el número de marcos asignados iguala a las páginas de proceso, el número de fallos es constante y tiene como valor el número de páginas del proceso (asumiendo que no hay ninguna página cargada en RAM). En algunos casos al llegar a los n marcos de página asignados en la última prueba no se presentaron los debido a la aleatoriedad con la que fueron generados los datos: en las 500 referencias, no se referenciaron las 128 páginas del proceso y por ende no se generaron los 128 fallos.