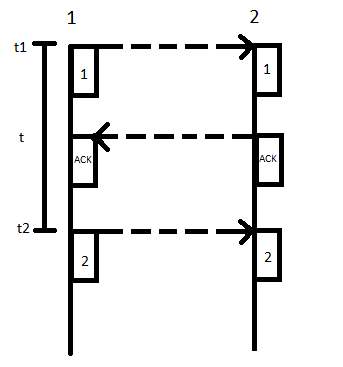
**Código 1 con ACK (ACK1)**

Se envía una trama desde el coordinador (1) al nodo (2), el nodo envía el ACK hacia el coordinador y este envía la siguiente trama hacia el nodo. El tiempo t1 representa el inicio de la comunicación, es decir, el tiempo en que se envía la primera trama. El tiempo t2 hace referencia al instante en que se envía la segunda trama una vez que se recibió el ACK.

**Nota:** después que se envía la primera trama por parte del coordinador se debe indicar un delay mínimo para que el mismo procese el ACK que recibe por parte del nodo y pueda transmitir la siguiente trama.

El delay mínimo para que la comunicación se realice de manera exitosa se calcula de la siguiente manera:

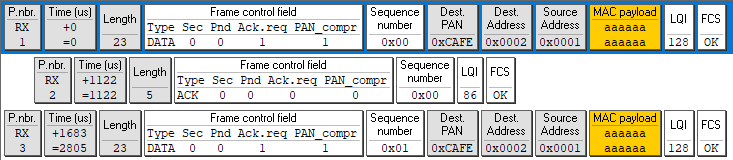
Se tiene:



Figura

En la Figura1, t1 y t2 son medidos por el sniffer, mientras que t es la diferencia entre t1 y t2 (t = t2 – t1 =t2, ya que t1=0).

**PAYLOAD DE 12 BYTES**

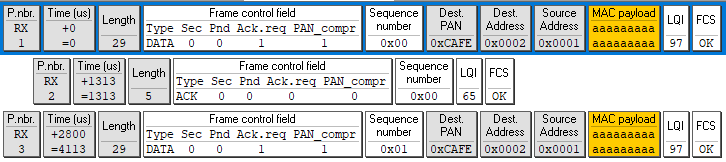


El delay que se debería indicar en el código es el siguiente:

Se partió de este tiempo para determinar el delay mínimo y mediante la realización de pruebas con diferentes tiempos se determinó que no hay problemas en la transmisión si se trabaja con un delay de 2,35 ms.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx del ACK en ms** | **Tiempo de tx trama 2 (t2 en ms)** | **Tiempo entre t1 y t2 en ms** |
| 0 | 1,122 | 2,805 | 2,805 |
| 0 | 1,121 | 2,482 | 2,482 |
| 0 | 1,122 | 3,771 | 3,771 |
| 0 | 1,122 | 2,184 | 2,184 |
| 0 | 1,122 | 4,406 | 4,406 |
| 0 | 1,121 | 3,771 | 3,771 |
| 0 | 1,122 | 2,487 | 2,487 |
| 0 | 1,114 | 4,074 | 4,074 |
| 0 | 1,121 | 3,124 | 3,124 |
| 0 | 1,122 | 4,406 | 4,406 |
| Promedio | 0,0 | 1,121 | 3,351 | 3,351 |

**PAYLOAD DE 18 BYTES**

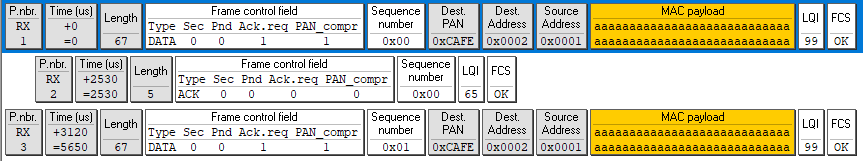


El delay que se debería indicar en el código es el siguiente:

Se partió de este tiempo para determinar el delay mínimo y mediante la realización de pruebas con diferentes tiempos se determinó que no hay problemas en la transmisión si se trabaja con un delay de 2,45 ms.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx del ACK en ms** | **Tiempo de tx trama 2 (t2 en ms)** | **Tiempo entre t1 y t2 en ms** |
| 0 | 1,313 | 4,113 | 4,113 |
| 0 | 1,314 | 3,006 | 3,006 |
| 0 | 1,314 | 4,273 | 4,273 |
| 0 | 1,313 | 4,273 | 4,273 |
| 0 | 1,314 | 3,011 | 3,011 |
| 0 | 1,316 | 4,594 | 4,594 |
| 0 | 1,316 | 3,956 | 3,956 |
| 0 | 1,313 | 3,315 | 3,315 |
| 0 | 1,314 | 2,997 | 2,997 |
| 0 | 1,318 | 2,993 | 2,993 |
| Promedio | 0,0 | 1,315 | 3,653 | 3,653 |

**PAYLOAD DE 56 BYTES**

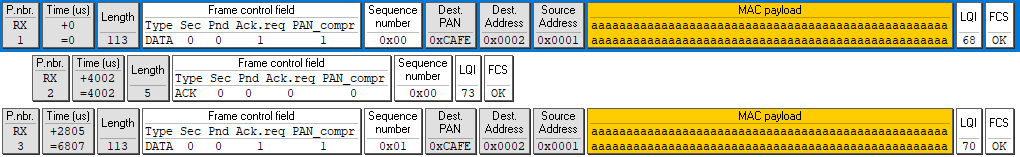


El delay que se debería indicar en el código es el siguiente:

Se partió de este tiempo para determinar el delay mínimo y mediante la realización de pruebas con diferentes tiempos se determinó que no hay problemas en la transmisión si se trabaja con un delay de 3,2 ms.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx del ACK en ms** | **Tiempo de tx trama 2 (t2 en ms)** | **Tiempo entre t1 y t2 en ms** |
| 0 | 2,530 | 5,650 | 5,650 |
| 0 | 2,530 | 6,935 | 6,935 |
| 0 | 2,529 | 5,977 | 5,977 |
| 0 | 2,530 | 6,300 | 6,300 |
| 0 | 2,530 | 5,977 | 5,977 |
| 0 | 2,530 | 5,018 | 5,018 |
| 0 | 2,528 | 5,657 | 5,657 |
| 0 | 2,531 | 5,658 | 5,658 |
| 0 | 2,529 | 5,657 | 5,657 |
| 0 | 2,528 | 5,018 | 5,018 |
| Promedio | 0,0 | 2,53 | 5,785 | 5,785 |

**PAYLOAD DE 102 BYTES**

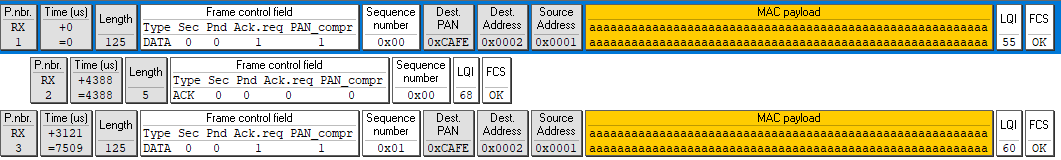


El delay que se debería indicar en el código es el siguiente:

Se partió de este tiempo para determinar el delay mínimo y mediante la realización de pruebas con diferentes tiempos se determinó que no hay problemas en la transmisión si se trabaja con un delay de 4 ms.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx del ACK en ms** | **Tiempo de tx trama 2 (t2 en ms)** | **Tiempo entre t1 y t2 en ms** |
| 0 | 4,002 | 6,807 | 6,807 |
| 0 | 4,002 | 5,222 | 5,222 |
| 0 | 4,001 | 6,810 | 6,810 |
| 0 | 4,001 | 8,091 | 8,091 |
| 0 | 4,002 | 4,906 | 4,906 |
| 0 | 4,009 | 7,131 | 7,131 |
| 0 | 4,002 | 7,773 | 7,773 |
| 0 | 4,002 | 7,130 | 7,130 |
| 0 | 4,002 | 7,133 | 7,133 |
| 0 | 4,000 | 7,450 | 7,450 |
| Promedio | 0,0 | 4,002 | 6,845 | 6,845 |

**PAYLOAD DE 114 BYTES**



El delay que se debería indicar en el código es el siguiente:

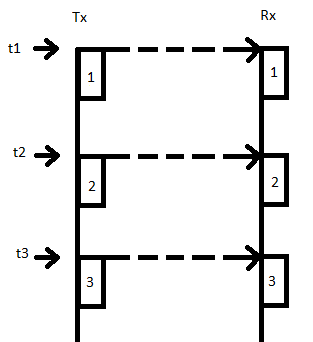
Se partió de este tiempo para determinar el delay mínimo y mediante la realización de pruebas con diferentes tiempos se determinó que no hay problemas en la transmisión si se trabaja con un delay de 4,4 ms.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx del ACK en ms** | **Tiempo de tx trama 2 (t2 en ms)** | **Tiempo entre t1 y t2 en ms** |
| 0 | 4,388 | 7,509 | 7,509 |
| 0 | 4,385 | 6,230 | 6,230 |
| 0 | 4,386 | 7,512 | 7,512 |
| 0 | 4,385 | 9,417 | 9,417 |
| 0 | 4,385 | 7,207 | 7,207 |
| 0 | 4,385 | 8,473 | 8,473 |
| 0 | 4,386 | 7,833 | 7,833 |
| 0 | 4,386 | 8,154 | 8,154 |
| 0 | 4,386 | 7,194 | 7,194 |
| 0 | 4,385 | 7,833 | 7,833 |
| Promedio | 0,0 | 4,386 | 7,736 | 7,736 |

**Código 2 con ACK (ACK3)**

Mediante la implementación del Código 1 con ACK se llegó a la conclusión de que el tiempo de delay asignado en el proceso de transmisión influye bastante, ya que al variar ese tiempo cambia el tiempo transcurrido entre la primera y segunda trama.

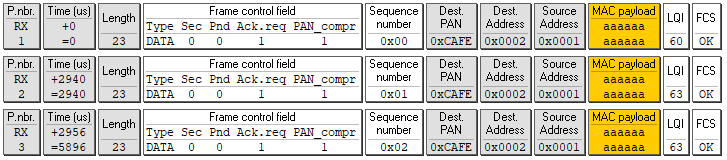
En este caso se activó el requerimiento de ACK en el coordinador (Tx), pero se mantuvo apagado el nodo (Rx) por lo cual no iba a enviar ningún ACK, aunque se activó el ACK en el coordinador se comprobó que es posible que transmita la siguiente trama sin necesidad de haber recibido al ACK que solicitó, por lo que se debería implementar algún mecanismo que compruebe la recepción del ACK para que pueda continuar la comunicación, ya que no se está cumpliendo la función del acuse de recibo. En este ejemplo, se transmitieron 3 tramas y se tomó como referencia el tiempo de delay que se implementó en el “Código 1 con ACK”, pero se observó que al no recibir el ACK ese tiempo se puede obviar en el cálculo del delay por lo que su valor podría ser menor al implementado en el caso anterior.



Figura

En la Figura2, t1, t2 y t3 son medidos por el sniffer, corresponden a los tiempos en que se transmiten las 3 tramas.

**PAYLOAD DE 12 BYTES**

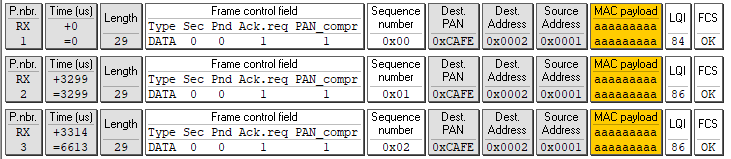


El delay que se debería indicar en el código es el siguiente:

Se partió de este tiempo para determinar el delay mínimo y mediante la realización de pruebas con diferentes tiempos se determinó que no hay problemas en la transmisión si se trabaja con un delay de 1,1 ms.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx trama 2 (t2 en ms)** | **Tiempo de tx trama 3 (t3 en ms)** |
| 0 | 2,940 | 5,896 |
| 0 | 2,947 | 5,908 |
| 0 | 2,946 | 5,908 |
| 0 | 2,947 | 5,909 |
| 0 | 2,948 | 5,911 |
| 0 | 2,949 | 5,910 |
| 0 | 2,949 | 5,912 |
| 0 | 2,949 | 5,914 |
| 0 | 2,950 | 5,914 |
| 0 | 2,957 | 5,912 |
| Promedio | 0,0 | 2,948 | 5,909 |

**PAYLOAD DE 18 BYTES**

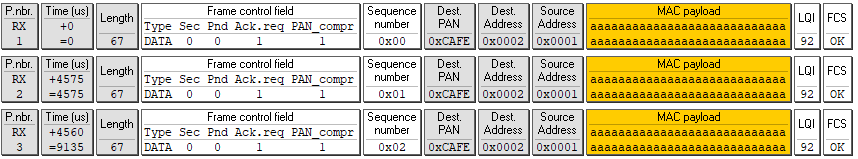


El delay que se debería indicar en el código es el siguiente:

Se partió de este tiempo para determinar el delay mínimo y mediante la realización de pruebas con diferentes tiempos se determinó que no hay problemas en la transmisión si se trabaja con un delay de 1,3 ms.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx trama 2 (t2 en ms)** | **Tiempo de tx trama 3 (t3 en ms)** |
| 0 | 3,299 | 6,613 |
| 0 | 3,298 | 6,611 |
| 0 | 3,294 | 6,607 |
| 0 | 3,298 | 6,611 |
| 0 | 3,297 | 6,610 |
| 0 | 3,297 | 6,610 |
| 0 | 3,297 | 6,610 |
| 0 | 3,297 | 6,609 |
| 0 | 3,297 | 6,610 |
| 0 | 3,297 | 6,610 |
| Promedio | 0,0 | 3,297 | 6,610 |

**PAYLOAD DE 56 BYTES**

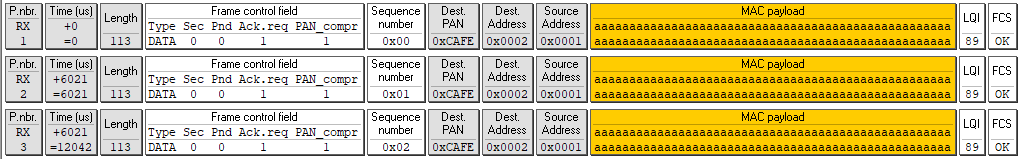


El delay que se debería indicar en el código es el siguiente:

Se partió de este tiempo para determinar el delay mínimo y mediante la realización de pruebas con diferentes tiempos se determinó que no hay problemas en la transmisión si se trabaja con un delay de 2 ms.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx trama 2 (t2 en ms)** | **Tiempo de tx trama 3 (t3 en ms)** |
| 0 | 4,575 | 9,135 |
| 0 | 4,571 | 9,130 |
| 0 | 4,572 | 9,131 |
| 0 | 4,576 | 9,131 |
| 0 | 4,572 | 9,130 |
| 0 | 4,573 | 9,132 |
| 0 | 4,574 | 9,132 |
| 0 | 4,575 | 9,134 |
| 0 | 4,574 | 9,133 |
| 0 | 4,574 | 9,133 |
| Promedio | 0,0 | 4,574 | 9,132 |

**PAYLOAD DE 102 BYTES**

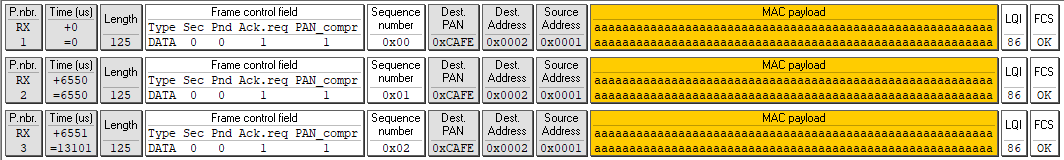


El delay que se debería indicar en el código es el siguiente:

Se partió de este tiempo para determinar el delay mínimo y mediante la realización de pruebas con diferentes tiempos se determinó que no hay problemas en la transmisión si se trabaja con un delay de 2,8 ms.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx trama 2 (t2 en ms)** | **Tiempo de tx trama 3 (t3 en ms)** |
| 0 | 6,021 | 12,042 |
| 0 | 6,023 | 12,048 |
| 0 | 6,023 | 12,046 |
| 0 | 6,022 | 12,044 |
| 0 | 6,024 | 12,048 |
| 0 | 6,025 | 12,046 |
| 0 | 6,022 | 12,044 |
| 0 | 6,023 | 12,045 |
| 0 | 6,024 | 12,049 |
| 0 | 6,020 | 12,041 |
| Promedio | 0,0 | 6,023 | 12,045 |

**PAYLOAD DE 114 BYTES**



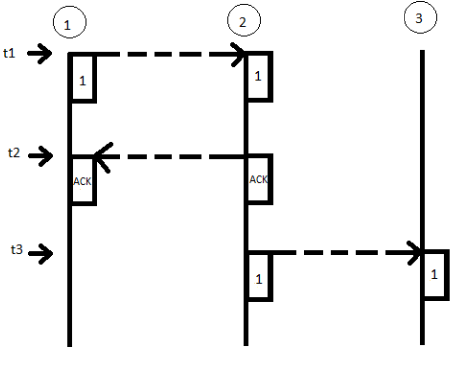
El delay que se debería indicar en el código es el siguiente:

Se partió de este tiempo para determinar el delay mínimo y mediante la realización de pruebas con diferentes tiempos se determinó que no hay problemas en la transmisión si se trabaja con un delay de 3,1 ms.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx trama 2 (t2 en ms)** | **Tiempo de tx trama 3 (t3 en ms)** |
| 0 | 6,550 | 13,101 |
| 0 | 6,554 | 13,108 |
| 0 | 6,553 | 13,107 |
| 0 | 6,553 | 13,106 |
| 0 | 6,552 | 13,103 |
| 0 | 6,554 | 13,104 |
| 0 | 6,551 | 13,102 |
| 0 | 6,552 | 13,104 |
| 0 | 6,551 | 13,103 |
| 0 | 6,551 | 13,102 |
| Promedio | 0,0 | 6,552 | 13,104 |

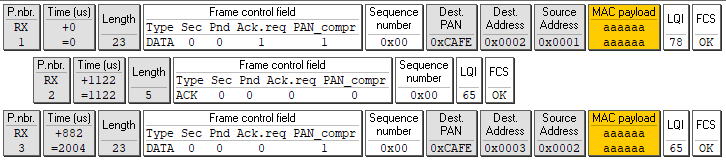
**Código 3 con ACK (ACK4)**

En este caso se activó el requerimiento de ACK en el coordinador (1), pero a diferencia del “Código 2 con ACK” se mantuvo prendido el nodo (2) por lo que una vez recibida la trama que envió el coordinador, el nodo debe enviar el ACK confirmando la recepción y luego de eso copia el payload de la trama que recibió para enviarlo en una nueva trama hacia otro nodo (3), a diferencia de lo realizado en códigos anteriores en este ejercicio se pudo obviar el manejo del delay ya que el coordinador no va a enviar una siguiente trama.



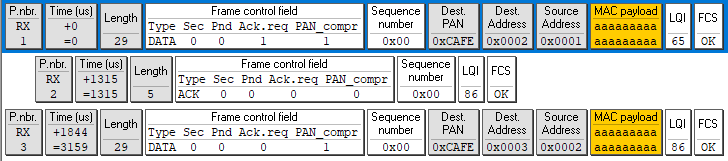
Figura

**PAYLOAD DE 12 BYTES**



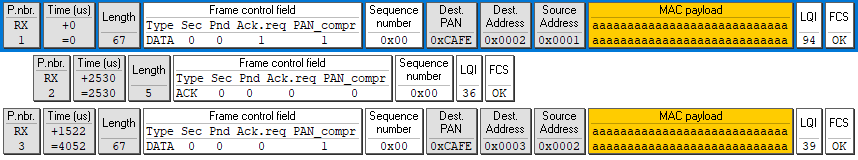
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 nodo 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx ACK (t2 en ms)** | **Tiempo de tx trama 1 nodo 2 (t3 en ms)** |
| 0 | 1,122 | 2,004 |
| 0 | 1,122 | 2,967 |
| 0 | 1,121 | 2,324 |
| 0 | 1,122 | 2,006 |
| 0 | 1,121 | 2,007 |
| 0 | 1,122 | 2,964 |
| 0 | 1,121 | 2,647 |
| 0 | 1,118 | 3,286 |
| 0 | 1,121 | 2,648 |
| 0 | 1,125 | 2,651 |
| Promedio | 0,0 | 1,122 | 2,55 |

**PAYLOAD DE 18 BYTES**



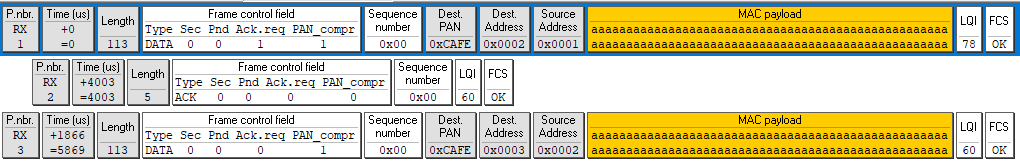
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 nodo 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx ACK (t2 en ms)** | **Tiempo de tx trama 1 nodo 2 (t3 en ms)** |
| 0 | 1,315 | 3,159 |
| 0 | 1,314 | 2,844 |
| 0 | 1,314 | 3,478 |
| 0 | 1,310 | 2,831 |
| 0 | 1,313 | 2,194 |
| 0 | 1,313 | 1,897 |
| 0 | 1,312 | 3,160 |
| 0 | 1,312 | 3,157 |
| 0 | 1,314 | 4,122 |
| 0 | 1,314 | 2,518 |
| Promedio | 0,0 | 1,313 | 2,936 |

**PAYLOAD DE 56 BYTES**



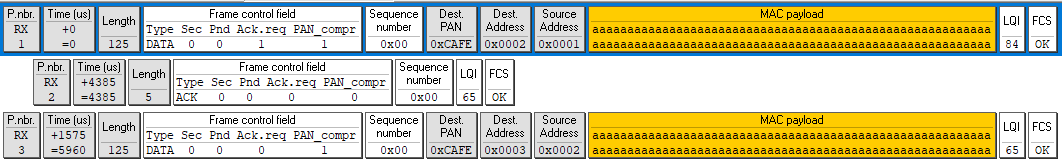
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 nodo 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx ACK (t2 en ms)** | **Tiempo de tx trama 1 nodo 2 (t3 en ms)** |
| 0 | 2,530 | 4,052 |
| 0 | 2,529 | 5,337 |
| 0 | 2,530 | 7,710 |
| 0 | 2,530 | 4,059 |
| 0 | 2,530 | 5,013 |
| 0 | 2,530 | 3,732 |
| 0 | 2,530 | 5,010 |
| 0 | 2,530 | 5,016 |
| 0 | 2,529 | 3,106 |
| 0 | 2,529 | 4,051 |
| Promedio | 0,0 | 2,53 | 4,709 |

**PAYLOAD DE 102 BYTES**



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 nodo 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx ACK (t2 en ms)** | **Tiempo de tx trama 1 nodo 2 (t3 en ms)** |
| 0 | 4,003 | 5,869 |
| 0 | 4,001 | 5,873 |
| 0 | 3,998 | 5,869 |
| 0 | 4,002 | 4,919 |
| 0 | 4,001 | 5,550 |
| 0 | 4,002 | 4,607 |
| 0 | 4,001 | 6,200 |
| 0 | 3,999 | 6,835 |
| 0 | 4,001 | 5,560 |
| 0 | 4,001 | 6,512 |
| Promedio | 0,0 | 4,001 | 5,779 |

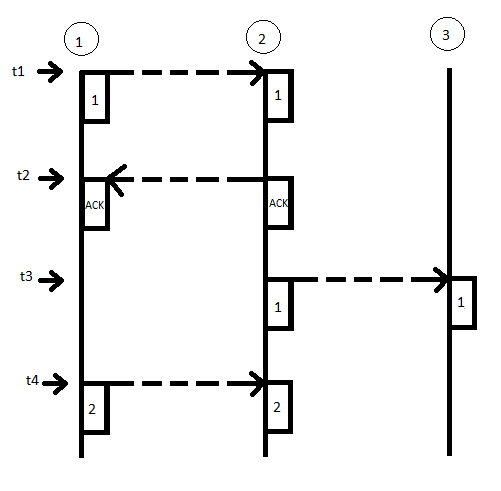
**PAYLOAD DE 114 BYTES**



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 nodo 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx ACK (t2 en ms)** | **Tiempo de tx trama 1 nodo 2 (t3 en ms)** |
| 0 | 4,385 | 5,960 |
| 0 | 4,385 | 7,238 |
| 0 | 4,384 | 5,970 |
| 0 | 4,385 | 6,286 |
| 0 | 4,385 | 7,253 |
| 0 | 4,385 | 6,290 |
| 0 | 4,387 | 6,608 |
| 0 | 4,385 | 7,262 |
| 0 | 4,384 | 5,316 |
| 0 | 4,383 | 6,916 |
| Promedio | 0,0 | 4,385 | 6,51 |

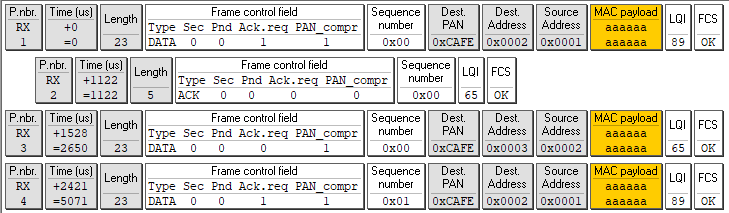
**Código 4 con ACK (ACK5)**

En este caso se realiza el mismo procedimiento de envío y recepción de tramas que en el “Código 3 con ACK” pero se le aumenta este paso: una vez que el nodo 2 haya enviado la trama hacia el nodo 3 y sea capaz de recibir tramas el coordinador (1) envía la siguiente trama, para que este proceso se realice correctamente es necesario que el delay mencionado en los códigos anteriores sea suficiente para permitirle transmitir al nodo 2 y que se ponga en modo recepción, caso contrario no va a procesar la trama debido a que se encuentra en proceso de transmisión y dicha trama se perderá.



Figura

**PAYLOAD DE 12 BYTES**



Se partió del tiempo calculado en el “Código 1 con ACK” para este mismo tamaño de payload, para determinar el delay mínimo y mediante la realización de pruebas con diferentes tiempos se determinó que no hay problemas en la transmisión si se trabaja con un delay de 2,5 ms.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tiempo de tx trama 1 nodo 1 (t1 en ms)** | **Tiempo de tx ACK (t2 en ms)** | **Tiempo de tx trama 1 nodo 2 (t3 en ms)** | **Tiempo de tx trama 2 nodo 1 (t3 en ms)** |
| 0 | 2,940 | 5,896 | 2,650 |
| 0 | 2,947 | 5,908 | 5,908 |
| 0 | 2,946 | 5,908 | 5,908 |
| 0 | 2,947 | 5,909 | 5,909 |
| 0 | 2,948 | 5,911 | 5,911 |
| 0 | 2,949 | 5,910 | 5,910 |
| 0 | 2,949 | 5,912 | 5,912 |
| 0 | 2,949 | 5,914 | 5,914 |
| 0 | 2,950 | 5,914 | 5,914 |
| 0 | 2,957 | 5,912 | 5,912 |
| Promedio | 0,0 | 2,948 | 5,909 | 5,909 |