

CAPÍTULO 6

Resultados y simulaciones.

En el presente capítulo se van a presentar los resultados obtenidos según el algoritmo que se desarrollaba en el capítulo anterior. Para ello, primero se va explicar de forma general la metodología seguida en el algoritmo desarrollado. A continuación, se mostrarán una serie de resultados en los que se consideran las diferentes variables libres con las que se cuenta y sus efectos para que los resultados finales sean con los mejores valores posibles de éstas. Por último, se presentan una serie de resultados de forma gráfica y numérica, variando los parámetros a considerar.

Cabe destacar, que el anterior capítulo al principio se consideró para un modelo sintético por lo que los resultados que se exponían en el artículo a tratar no se corresponderán con los que se presenten en éste ya que se ha tratado un sistema real, lo cual conlleva una serie de imperfecciones que degradan la eficacia del algoritmo debido a la complejidad del amplificador de potencia utilizado.

1. Caracterización del algoritmo desarrollado.

Lo que se trata es de dar una idea general del trabajo realizado en forma de diagrama de bloques para que, después, los resultados sean entendidos de forma más clara. Tiene la siguiente estructura mostrada en la figura nº 15.

Dicho algoritmo comienza con una elección de parámetros como son el rango, el número de elementos en cada columna (P), la memoria y el paso con el que se pretende actualizar los valores. La definición de variables, como es el caso de los coeficientes a optimizar, ya que ésta depende de los valores de los parámetros elegidos anteriormente. Cargamos la señal medida de forma real a la que se aplica todo el desarrollo expuesto en el capítulo anterior. Después, se hará una inicialización de los coeficientes sólo para el caso de rango y memoria igual a la unidad. El método con el que se inicializan estos valores es el de ajuste de mínimos cuadrados cuyo resultado inicial es muy óptimo.

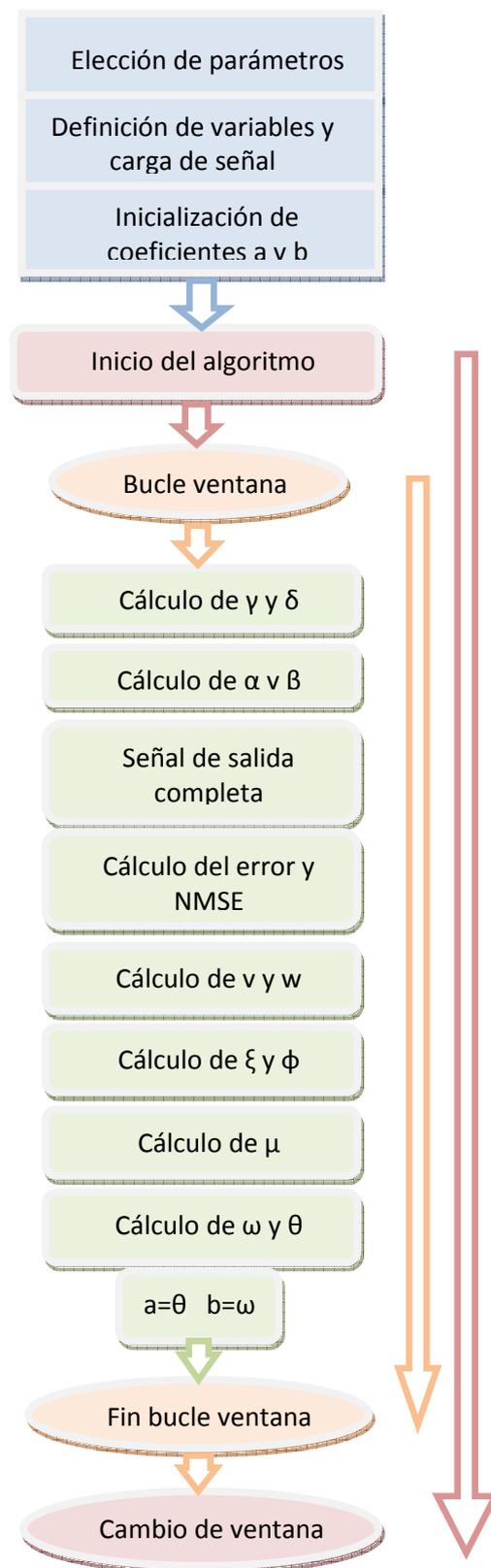


Figura nº 15. Diagrama de bloques algoritmo.

Una vez definido y elegido todo lo necesario, comienza el algoritmo recursivo en cuestión. Lo que se hace primero será ir cogiendo partes de la señal de tamaño definido (T), es decir, para hacer más rápido el algoritmo no se coge todo la señal en cuestión sino se va seleccionando partes de ésta con una ventana de tamaño constante. Para cada parte seleccionada, se irá calculando todos los parámetros descritos de cada una de las muestras de dicha ventana de forma recursiva hasta ir actualizando los coeficientes en cada iteración, como se puede comprobar estos parámetros van en dicho orden ya que los valores de unos afectan a otros. Con esto se consigue que se vaya optimizando cada uno de estos valores de forma más precisa.

2. Simulaciones para elección de parámetros libres.

2.1. Influencia del paso (μ_0)

Para ver este hecho se muestra a continuación dos simulaciones iguales salvo el valor del paso para ver su efecto.

En estas dos primeras figuras (Fig.16 y Fig.17) se muestra la evolución del NMSE. La primera de ellas muestra la evolución total de este valor a lo largo de toda la señal y para cada una de las ventanas, mientras que en la segunda sólo se representa los valores más bajo que toma la medida en cuestión, siendo estos puntos los más óptimos. Se irán representando lo mismo para diferentes valores de μ_0 .

- $P=3, R=1, Q=0, T=1000$ y $\mu_0=1e-5$

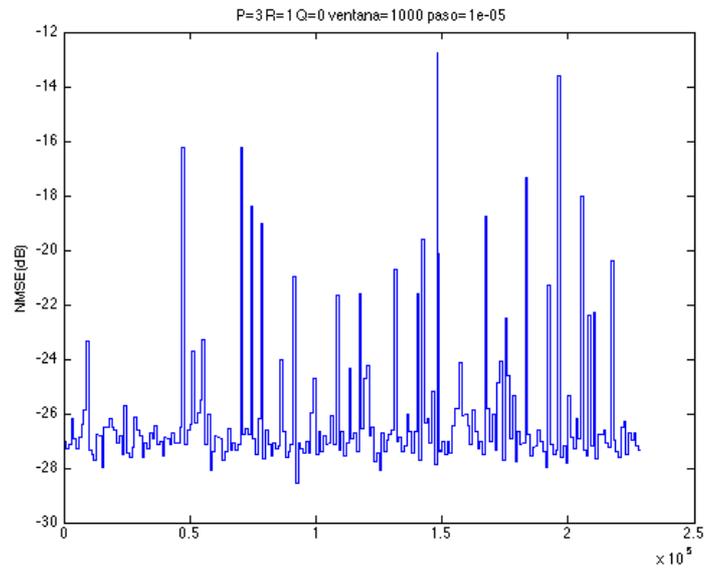


Figura nº 16. Evolución general de NMSE.

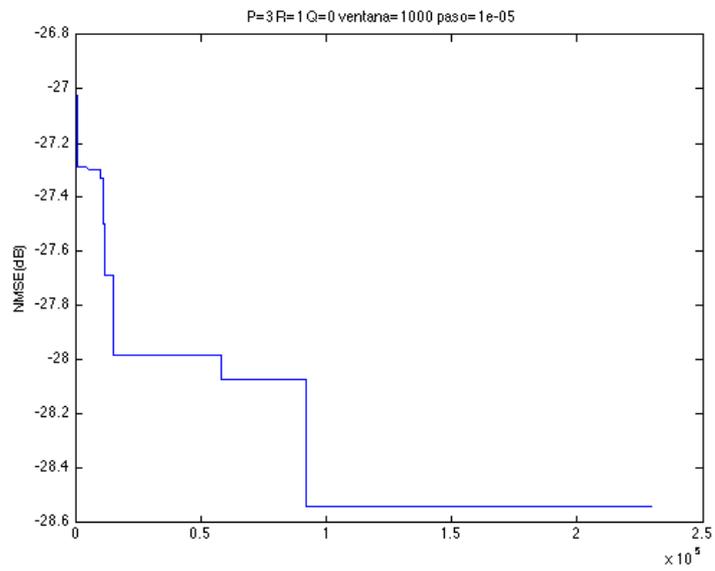


Figura nº 17. Valores mínimos de NMSE.

- $P=3, R=1, Q=0, T=1000$ y $\mu_0=1e-2$

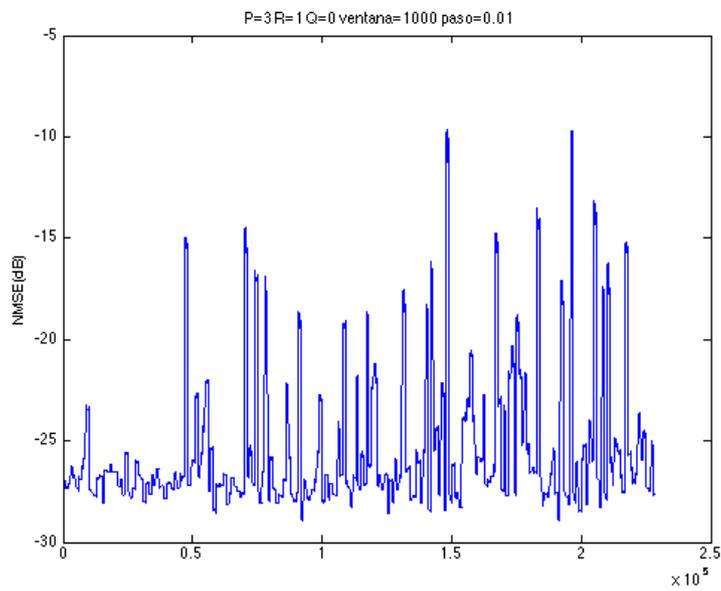


Figura nº 18. Evolución general de NMSE.

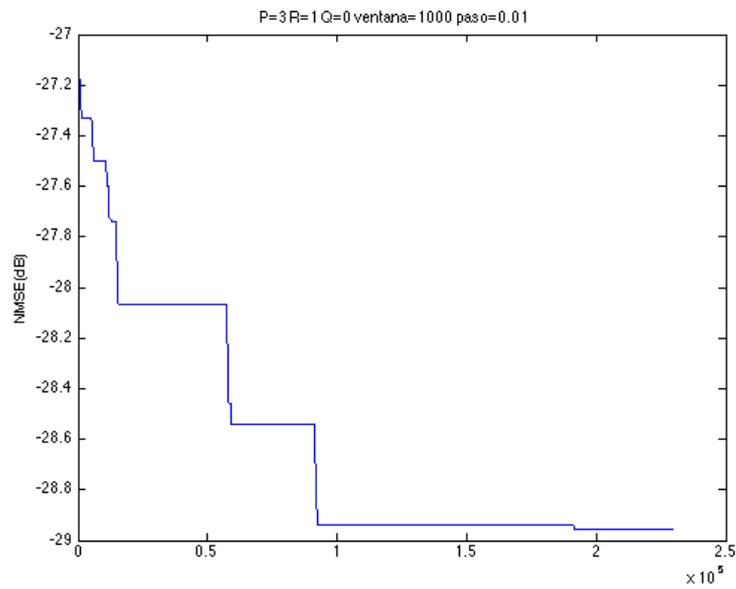


Figura nº 19. Valores mínimos de NMSE.

Como se puede notar el primer paso es más pequeño que el segundo ($1e-5$ y $1e-2$) teniendo en el segundo caso un resultado algo mejor. Esto es porque mientras más pequeño sea el paso menos fluctuaciones se tendrán alrededor del valor inicial o punto en el que nos encontremos, no yendo ni a valores muy malos ni a valores muy buenos como puede ser en el segundo caso, que mejora en aproximadamente 0.3dB el valor de NMSE con el primer valor del paso.

Para fundamentar mejor este hecho, se ha hecho una simulación más con otro tipo de paso ($1e-7$), exponiendo los resultados en las siguientes gráficas podemos notar que el resultado es exactamente el mismo que con el primer valor que se tomó.

- $P=3, R=1, Q=0, T=1000$ y $\mu_0=1e-7$

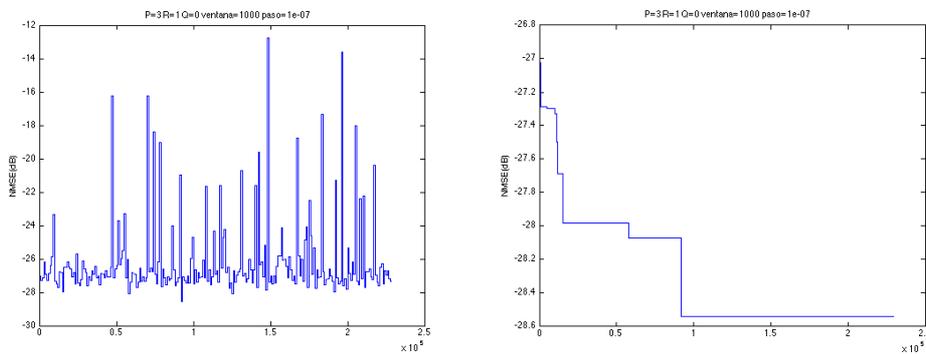


Figura nº 20. Evolución general de NMSE y valores mínimos de NMSE.

Según estos resultados obtenidos, un buen valor para el paso puede ser $1e-2$ pero en este caso, los saltos en los valores de NMSE son más bruscos tanto para bien como para mal. Sin embargo, cogiendo valores más pequeños, los saltos son un poco más suaves y, en cambio, el resultado es menos óptimo. No obstante, a medida que se aumenta el número de coeficientes a optimizar (bien sea porque aumenta la memoria, el rango o ambos) se irá bajando el valor del paso por motivos de eficiencia, ya que en algunas ocasiones que el paso no sea los

suficientemente fino provoca que el algoritmo no funcione correctamente incluso llegando a saturar provocando que el resultado diste mucho de lo que se espera.

Este hecho se produce porque indica el tipo de ajuste que se desea hacer de los coeficientes, es decir, si el ajuste es muy fino (valor pequeño del paso) los valores de los coeficientes iniciales no variarán mucho sino que, simplemente, se modificarán algunos valores decimales poco relevantes no produciendo cambios muy bruscos. No obstante, si el ajuste es más grueso los valores de los coeficientes a ajustar van siendo más importantes en el cómputo total, llegando a valores más ajustados provocando que los cambios del NMSE sean más pronunciados al mínimo cambio. Aunque esto dependerá del número de elementos que haya en cada columna, ya que mientras más elementos haya menos se actualiza cada uno debido a que el cómputo total de actualización afecta en la misma medida.

2.2. *Influencia de tamaño de ventana (T)*

Ahora, lo que se pretende es ver los resultados para distintos tamaños de ventanas para comprobar su efecto en los mismos. Si mantenemos fijos los valores de rango, memoria, el paso y número de elementos en cada columna ($P=3$, $R=1$ y $Q=0$), modificando los valores de la ventana se ve su influencia.

- Para una ventana de $T=1000$.

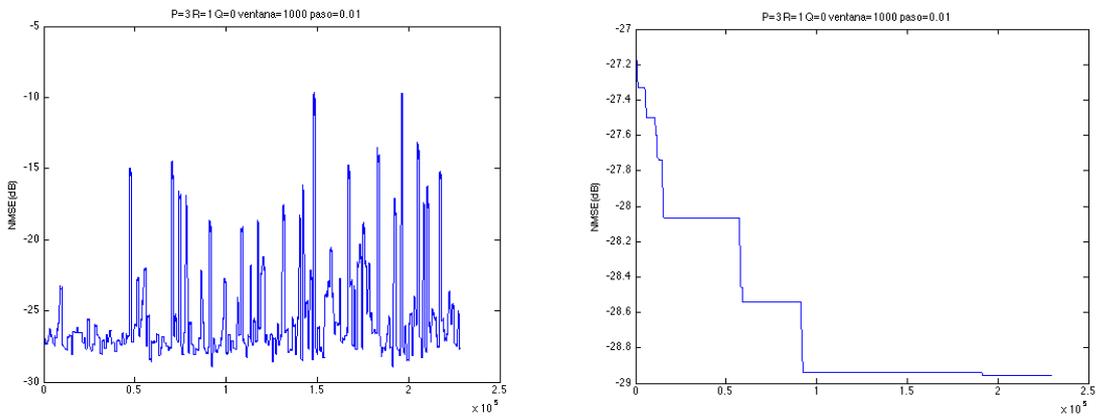


Figura nº 21. Resultados para ventana $T=1000$

- Para una ventana de $T=5000$.

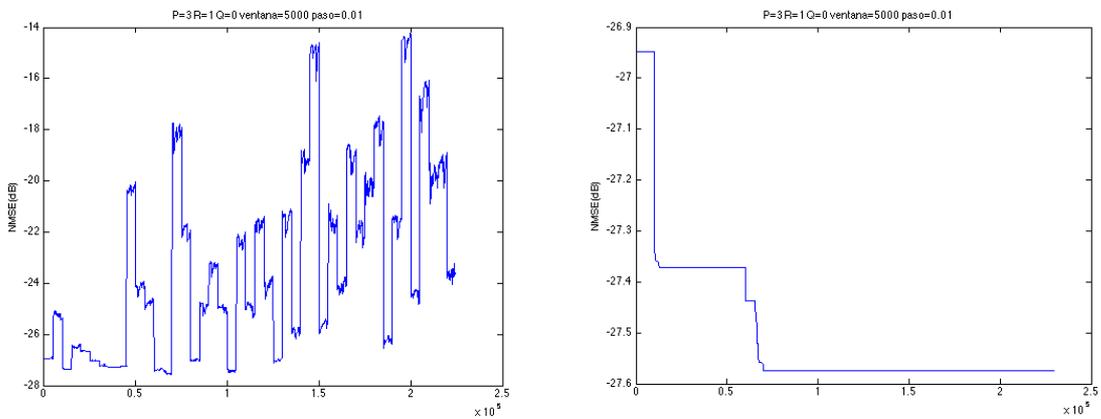


Figura nº 22. Resultados para ventana $T=5000$.

- Para una ventana de $T=10000$.

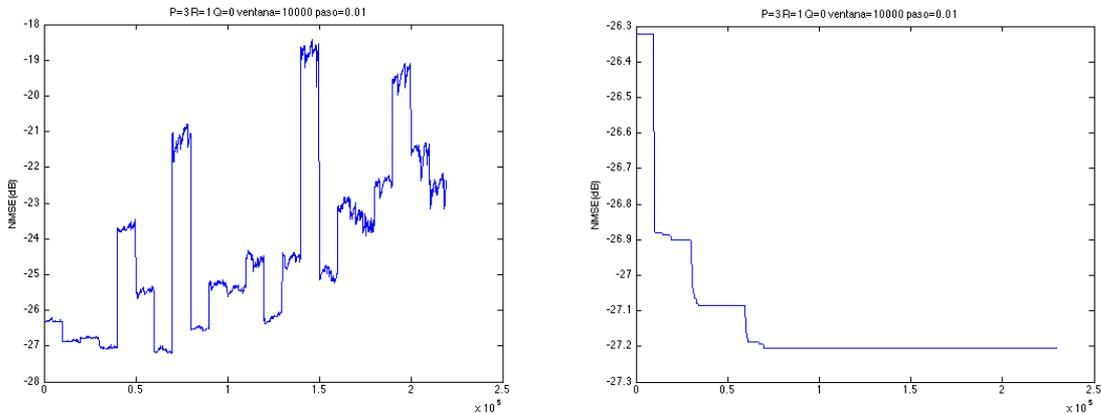


Figura nº 23. Resultados para ventana $T=10000$.

De las figuras anteriores se puede sacar algunos comentarios respecto al aumento del tamaño de la ventana. Mientras más grande sea dicho tamaño menos variaciones de valor de NMSE y peores resultados se obtienen. Porque como se puede ver en la figura nº 9, este valor va empeorando salvo al principio que mejora un poco. En cambio, cuando el tamaño de ventana es pequeña, es verdad que los saltos son pronunciados consiguiendo valores peores y mejores. Por todo esto y lo que se muestra en las gráficas, se va a tomar un tamaño de ventana de 1000. También cabe destacar que el tiempo de computación depende mucho de este tamaño, de forma que va aumentando considerablemente al aumentar el valor en cuestión.

El motivo del uso de las ventanas es debido al tiempo de computación, ya que al usarlas el tiempo de computación es menor. Cabe destacar que si no existieran limitaciones computacionales este parámetro sería innecesario.

2.3. Influencia función suavizado.

En este apartado, lo que se va a tratar es el tema del suavizado para que no se tengan en cuenta el error aportado por las muestras malas provocando resultados lejos de lo que se espera o incoherentes. Para documentar este hecho se presenta, a continuación, una simulación evitando el suavizado. El comportamiento que se obtiene es al principio normal pero llegados a un punto empieza a haber demasiados errores que se van repitiendo. Este hecho provoca que se aleje mucho del valor inicial pero en el caso más desfavorable. Es tan perjudicial este hecho que llega hasta una situación de saturación donde se imposibilita el cálculo de los parámetros dando error como respuesta. Se ve en las siguientes figuras.

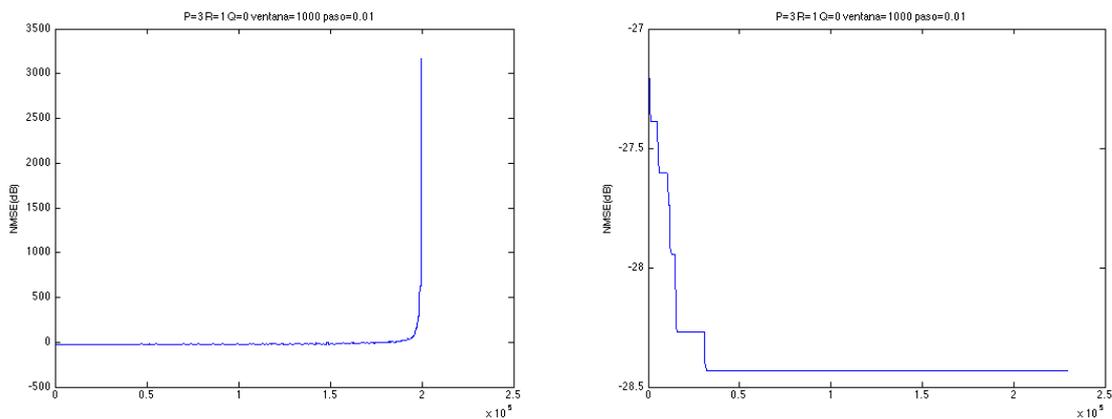


Figura nº 24. Resultados evitando el suavizado.

Se comprueba que al principio mejora el valor de NMSE pero que al llegar a las últimas muestras empieza a empeorar hasta tal punto que se va al infinito este valor crítico. Este hecho no sucede si a la señal error le aplicamos la función “smooth”, dando los resultados que se vieron en los casos anteriores. Este hecho es importante porque se evita problemas en las simulaciones.

3. Resultados.

Para finalizar este capítulo, se van a presentar una serie de resultados variando los parámetros libres. En cada caso, se muestra el mejor valor (el más bajo) de NMSE que será el que proporcione los coeficientes más ajustados. Sólo se inicializarán los valores para rango uno y memoria cero, el resto se tomará un valor por defecto para que el propio algoritmo calcule su resultado final.

- Resultados para $R=1$. (paso $\mu_0=1e-2$)

NMSE (dB)	Q=0	Q=1	Q=2
P=2	-23.60	-23.60	-23.20
P=3	-29.00	-28.40	-27.80
P=4	-32.35	-31.86	-30.90
P=5	-33.37	-32.90	-29.60*
P=6	-34.00	-33.15*	-29.60*

Tabla nº 2. Valores NMSE para $R=1$.

*: Se ha bajado el paso a $\mu_0=1e-5$, ajuste más fino.

Para algunos valores se ha tenido que bajar el paso ya que saturaba el resultado y, por tanto, provocaba incoherencia en los resultados.

- Resultados para $R=2$. (*paso $\mu_0=1e-5$*)

NMSE (dB)	Q=0	Q=1	Q=2
P=3	-28.55	-28.10	-26.50
P=5	-33.98	-32.93	-29.60

Tabla nº 3. Valores NMSE para $R=2$.

En esta situación, conforme a los resultados obtenidos se puede comprobar que al aumentar el número de coeficientes a calcular, es decir, aumentar el rango o memoria, se cometen más errores lo que provoca una disminución en el valor de NMSE, ya que sólo se han inicializado los elementos para $R=1$ y $Q=0$. Por otro lado, si es verdad que al aumentar el número de elementos en cada columna se consiguen mejores resultados debido a que hay más parámetros inicializados de una forma muy óptima.

A pesar de todo, la bajada de NMSE no es muy exagerada y esto es debido a que hay coeficientes para $R=2$ y $Q>0$ que no se modifican en absoluto manteniendo su valor inicial ya que el algoritmo no ha llegado a ajustarlo, es por ello, que aunque se duplique el número de coeficientes el resultado sólo se ve disminuido unas décimas de dB. La falta de ajuste de algunos coeficientes introduce errores en el resultado final.

A pesar de esto, lo que se esperaba es que sucediera lo contrario, es decir, al aumentar rango y memoria debería mejorar los resultados. Tras esta observación lo que se propone es inicializar mediante mínimos cuadrados los coeficientes de $R=1$ y cualquier valor de memoria. Este nuevo procedimiento da lugar a los siguientes resultados en los que se ha optado por una juste fino

($\mu_0=1e-5$), y para el caso de $R=2$, se ha bajado un poco el paso para los resultados fueran coherentes.

- Resultados para $R=1$. (paso $\mu_0=1e-5$)

NMSE (dB)	Q=0	Q=1	Q=2
P=2	-22.68	-22.73	-22.73
P=3	-28.55	-28.60	-28.68
P=5	-33.97	-34.44	-34.60
P=6	-33.98	-34.44	-34.60

Tabla nº 4. Valores NMSE para $R=1$ con todos los coeficientes inicializados.

- Resultados para $R=2$. (paso $\mu_0=1e-6$)

NMSE (dB)	Q=0	Q=1	Q=2
P=3	-28.55	-28.64	-28.67
P=5	-33.99	-34.43	-34.63

Tabla nº 5. Valores NMSE para $R=2$ con todos los coeficientes inicializados.

Viendo estos resultados, se puede observar que sigue lo esperado siendo así más coherentes los resultados. La mejora es aproximadamente 1dB al aumentar la memoria en el mejor de los casos pero esto es debido a que el punto de partida es muy bueno. Se ve, claramente, la mejora que sufre al aumentar P motiva por la precisión que se obtiene al haber más coeficientes en cada tensor. Aquí, es de especial mención, que algunos coeficientes no se modifican nada desde su inicialización, es decir, carecen de importancia pudiendo ser es el motivo por el cual la mejora no es mucho mayor.