

## CAPÍTULO 6 PRUEBAS Y RESULTADOS

Después de haber diseñado, construido y programado todo para este proyecto llegamos a la parte fundamental, donde se muestran las pruebas y resultados obtenidos. Desde las señales adquiridas como las generadas. En las siguientes páginas se hará una breve descripción de las mismas.

### 6.1 Señales Adquiridas

Las primeras pruebas que se realizaron fueron con las señales provenientes de los potenciómetros, así como sus respectivos acondicionamientos. Para poder ver la adquisición de señales se diseñó un VI donde podemos ver las cuatro señales analógicas que se capturan. La Figura 6-1 muestra la interfaz de usuario.

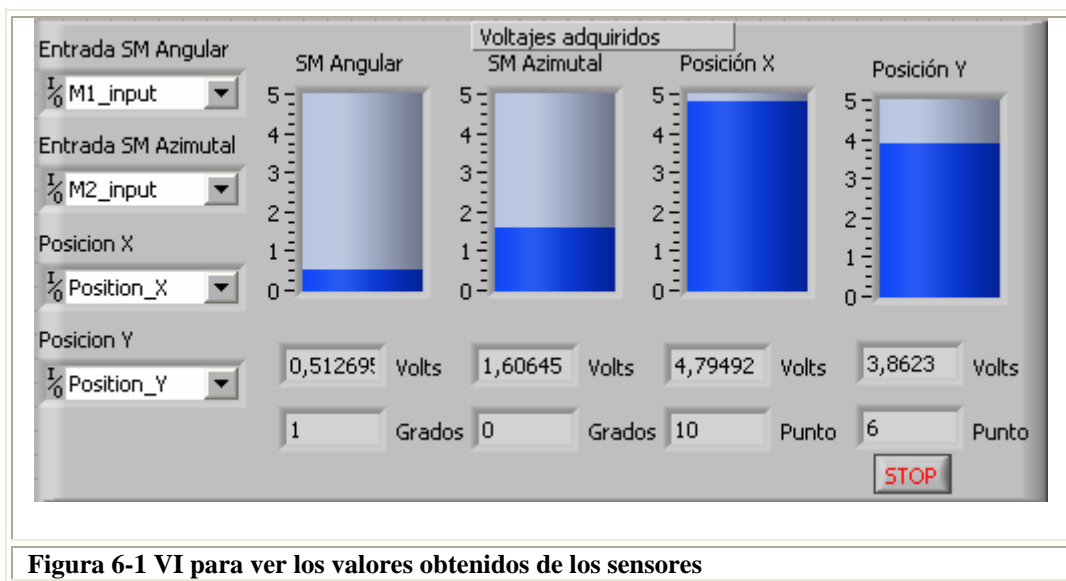


Figura 6-1 VI para ver los valores obtenidos de los sensores

Todas las señales son adquiridas y mostradas en tiempo real, esto demuestra la gran eficiencia de la tarjeta de adquisición de datos, hay que considerar que también estamos mandando dos señales analógicas y señales digitales.

## **6.2 PWM y motores**

La frecuencia de nuestro PWM está gobernada por la frecuencia de la señal dientes de sierra, esta señal fue de 1KHz, a esta frecuencia nuestro motor trabaja en excelentes condiciones. A menor frecuencia el motor presenta una variación en su funcionamiento, funciona por ciclo y no reduce su velocidad, además de presentar un ruido generado por la frecuencia. Y a mayor frecuencia, el ancho de pulso mínimo del PWM para que nuestro motor trabaje, aumenta. Por ejemplo, para una frecuencia de 20 KHz el ancho de banda mínimo para que funcione es de 28%.

Para 5KHz el mínimo de porcentaje de ciclo de trabajo necesario para que nuestro motor funcione es entre 8.5% y 10%. Por esta razón es necesario ponerle una banda u offset de 0.5Volts, vía software, al voltaje de DC para que cuando la diferencia entre los puntos real y deseado sea igual a cero tengamos un PWM de estos valores.

El Máximo valor de PWM con el que trabajamos es entre 78% y 80%, un valor que nos da cuando tenemos un voltaje de DC de 4Volts. En las Figura 6-2 y Figura 6-3 se muestran los valores para el máximo PWM y el mínimo anteriormente descritos.

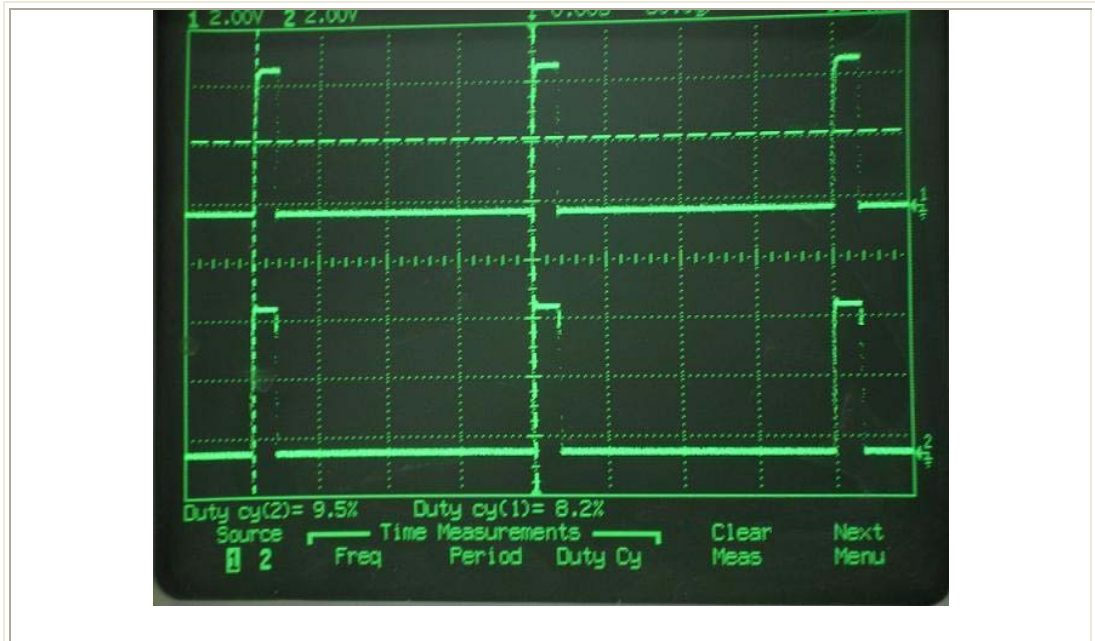


Figura 6-2 Gráfica del % de Ancho de pulso mínimo de nuestro sistema (Canal 1 Sistema Acimutal, Canal 2 sistema Angular).

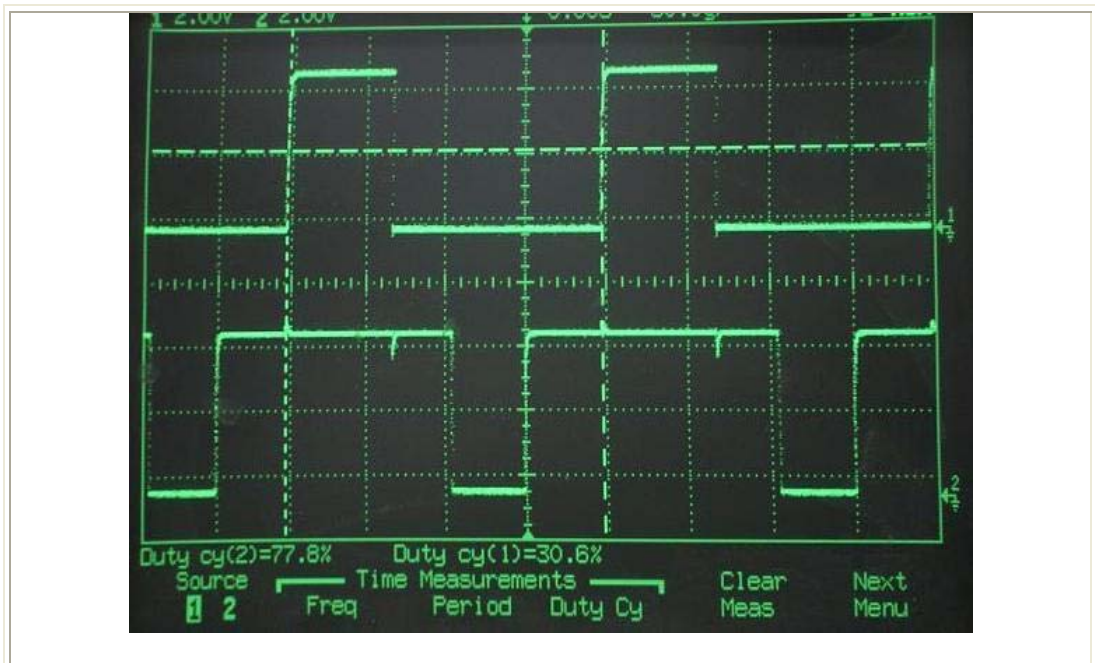


Figura 6-3 Gráfica del % de Ancho de pulso máximo de nuestro sistema (Canal 1 Sistema Acimutal, Canal 2 sistema Angular).

Como podemos observar podemos tener dos PWM independientes, de esta manera los movimientos del sistema mecánico pueden darse al mismo tiempo. La eficiencia del sistema depende de la captura del video, debido a que el procesamiento de video requiere de muchos recursos del CPU. Para hacer una comparación se tomaron las gráficas en el tiempo del sistema desde el inicio hasta un punto determinado. A continuación presentamos los tiempos del sistema mecánico para ambos casos, sin captura de video y con captura de video.

### 6.3 Sistema mecánico SIN Cámara Web

En este caso se utilizó un láser como herramienta de monitoreo, como no es necesario utilizar más recursos de los necesarios para la adquisición de los datos su respuesta y eficiencia fue muy buena. Primero se presentarán las gráficas tomadas del sistema angular y luego la del sistema acimutal.

La Figura 6-4 muestra la gráfica del sistema Angular en el tiempo, desde 0° hasta 90°.

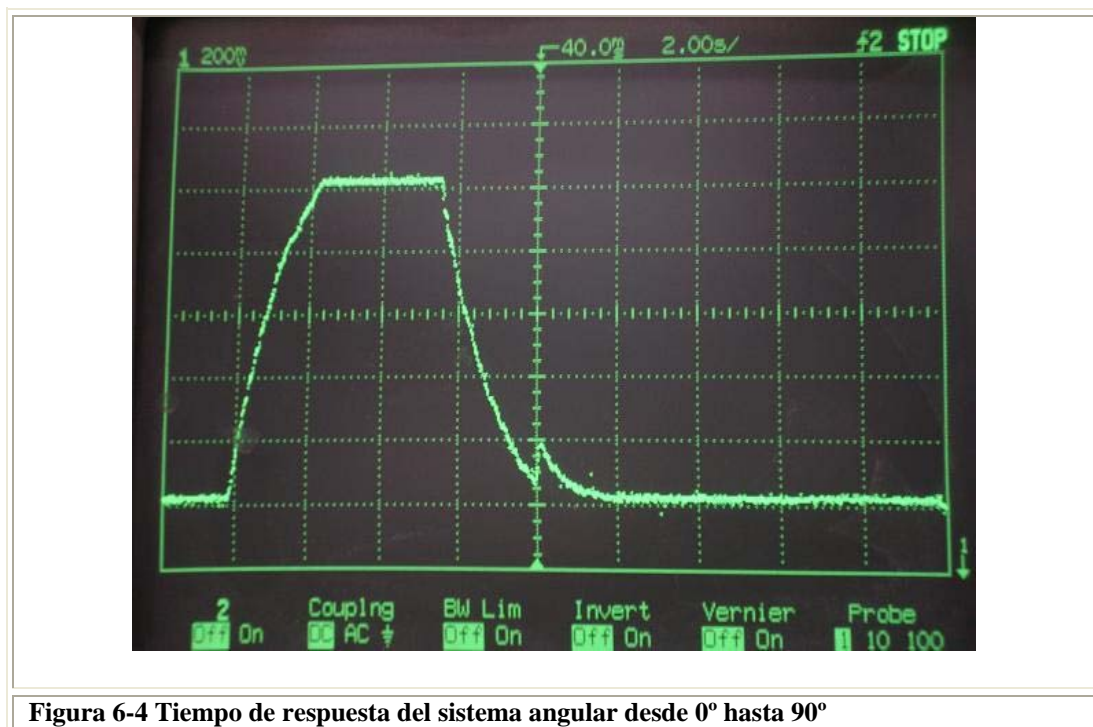
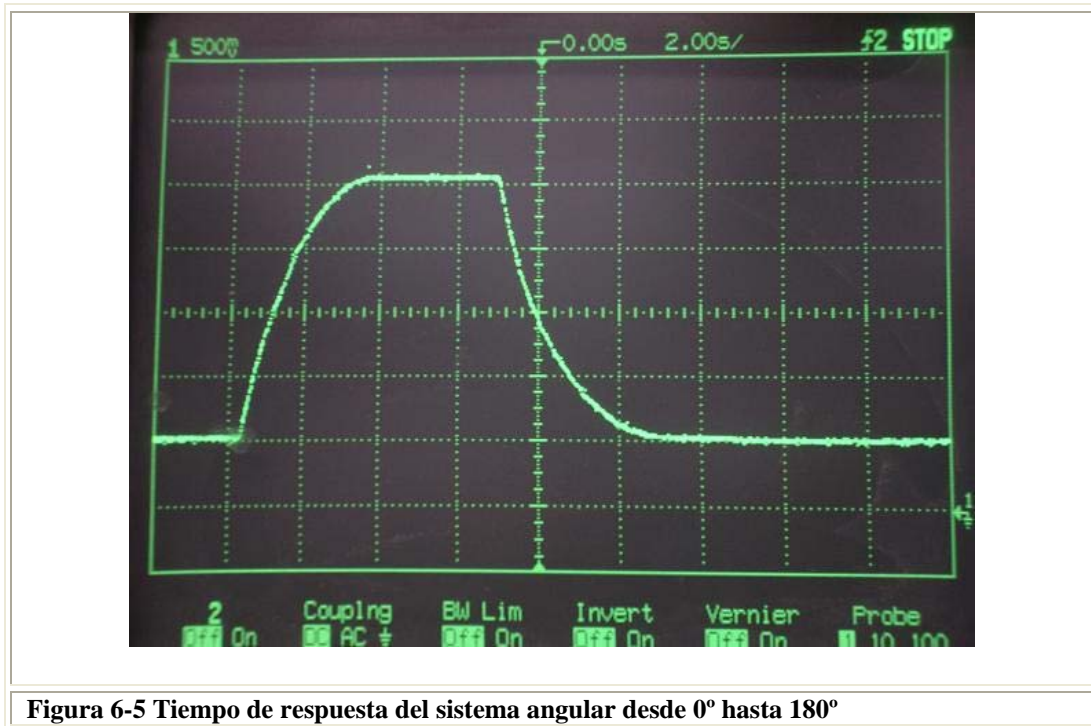
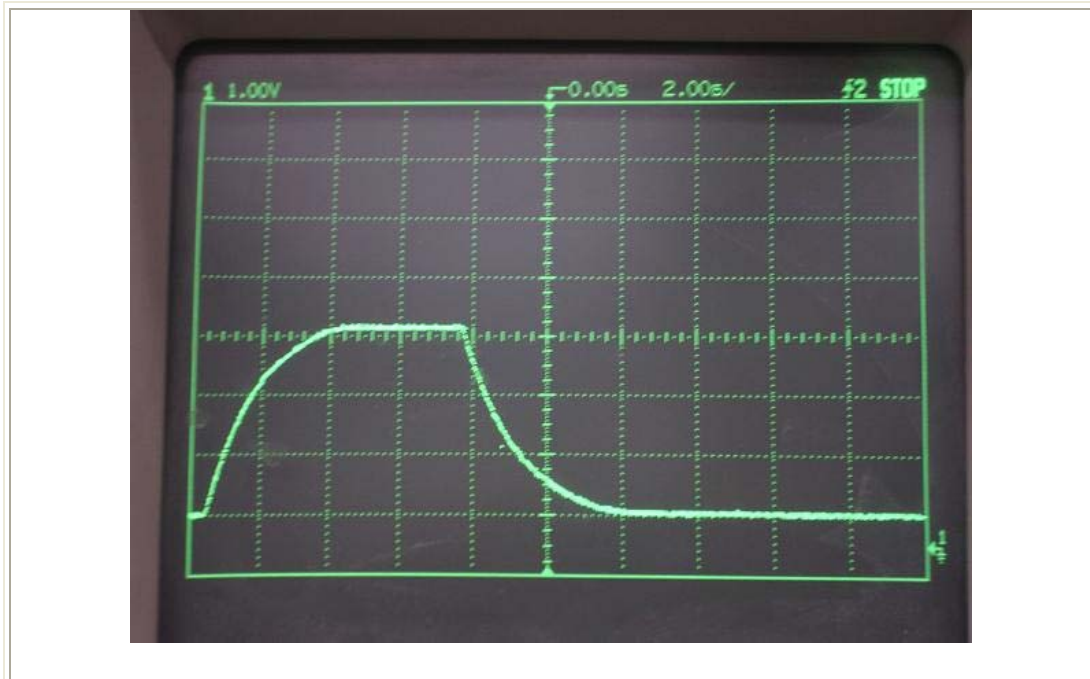


Figura 6-4 Tiempo de respuesta del sistema angular desde 0° hasta 90°

De acuerdo a la figura podemos aproximar que tarda 2.6seg en llegar a 90° desde el origen. La Figura 6-5 muestra la gráfica del sistema Angular en el tiempo, desde 0° hasta 180°.

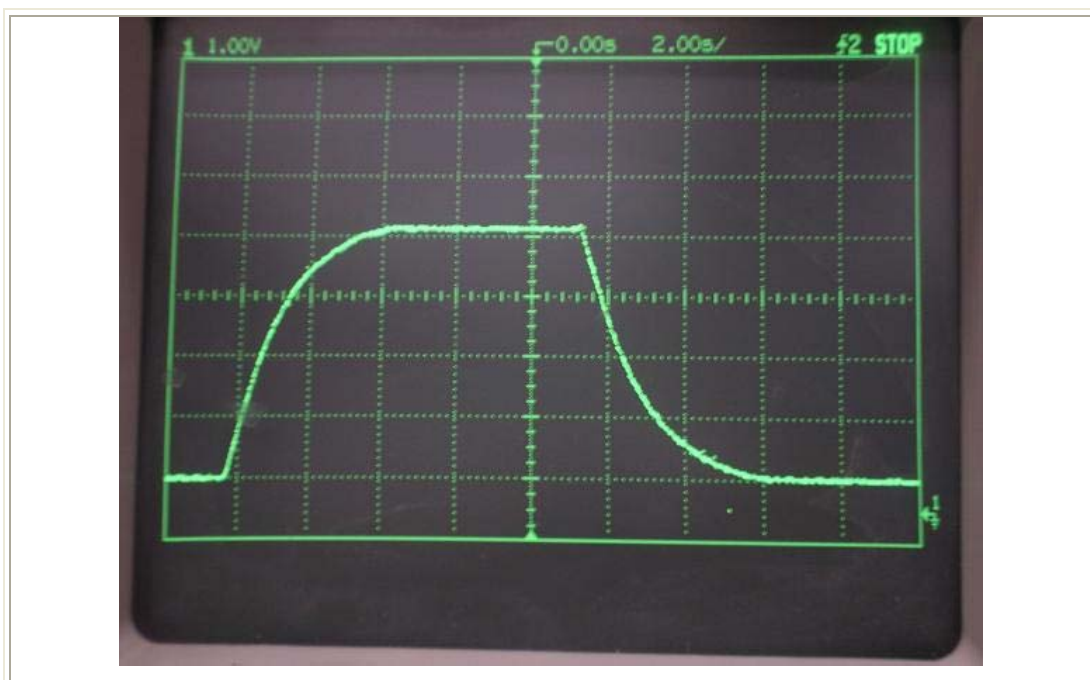


Aquí podemos aproximar un tiempo de 3.4seg. Podemos ver que la respuesta al impulso es muy buena, la velocidad va disminuyendo conforme se acerca al punto deseado. La Figura 6-6 muestra la gráfica en el tiempo del sistema angular, desde el punto 0° hasta 270°.



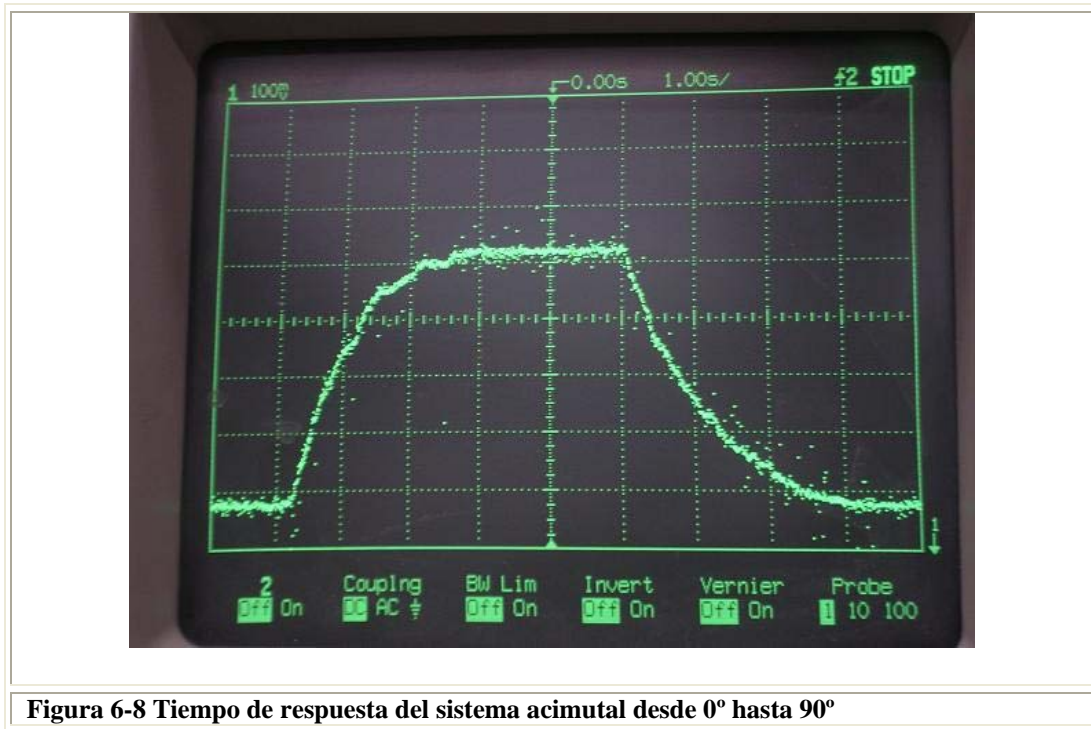
**Figura 6-6 Tiempo de respuesta del sistema angular desde 0° hasta 270°**

En esta gráfica se determinó que el tiempo es de 4.2seg. La ultima gráfica del sistema angular en el tiempo la muestra la Figura 6-7, esta va desde el punto 0° hasta 356°. Que seria el punto máximo.



**Figura 6-7 Tiempo de respuesta del sistema angular desde 0° hasta 356°**

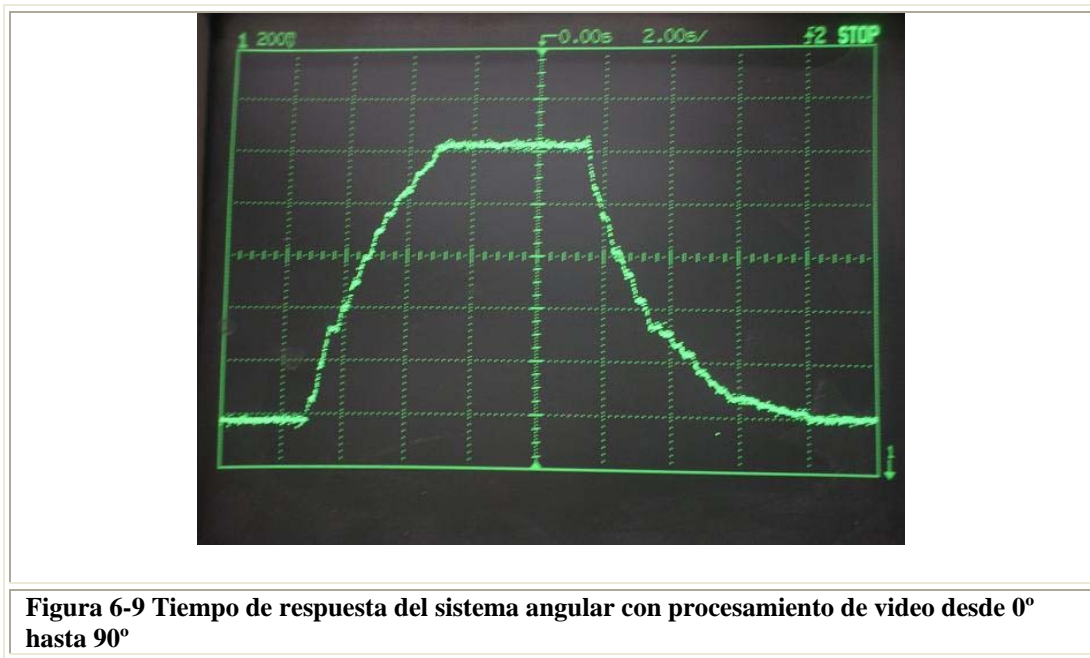
De esta gráfica decimos que tarda un tiempo de 4.8seg en llegar a su punto más lejano. La Figura 6-8 muestra la grafica en el tiempo del sistema acimutal, desde el punto 0° hasta 90°.



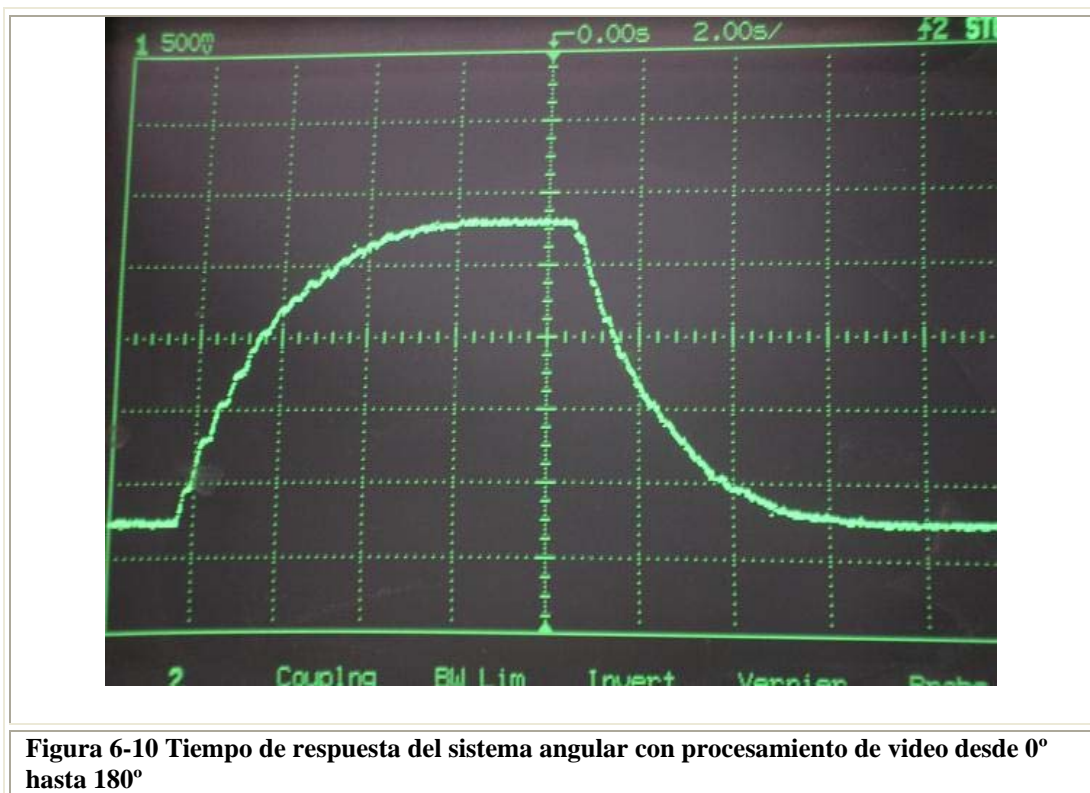
Tarda 1.9seg en llegar hasta su punto más lejano. Ahora se mostraran las gráficas en el tiempo del sistema mecánico, pero con la diferencia que capturaremos video con la Webcam. Al final se hará una comparación de los tiempos.

#### **6.4 Sistema mecánico CON Cámara Web**

En este apartado se trabajó con la WebCam. Se tomaron las mismas gráficas que en el punto anterior, sólo con la diferencia ya mencionada. La Figura 6-9 muestra la gráfica en el tiempo del sistema Angular, desde el punto 0° hasta 90°.



El tiempo que determinamos de esta gráfica es de 4.2seg. La Figura 6-10 muestra la gráfica en el tiempo del sistema angular, desde el punto 0° hasta 180°.



Para esta gráfica el tiempo es de 6.4seg



La Figura 6-11 muestra la gráfica en el tiempo del sistema Angular, desde el punto 0° hasta 270°.

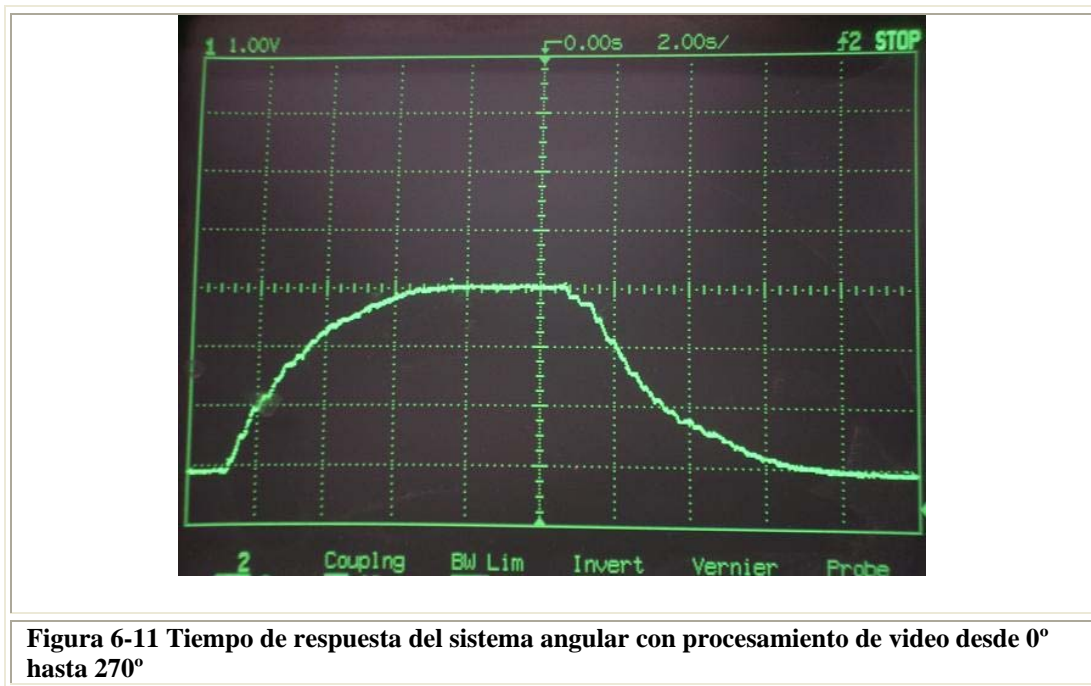


Figura 6-11 Tiempo de respuesta del sistema angular con procesamiento de video desde 0° hasta 270°

Aquí el tiempo aproximado fue de 7seg. La Figura 6-12 muestra la siguiente gráfica, desde el punto 0° hasta 356°.

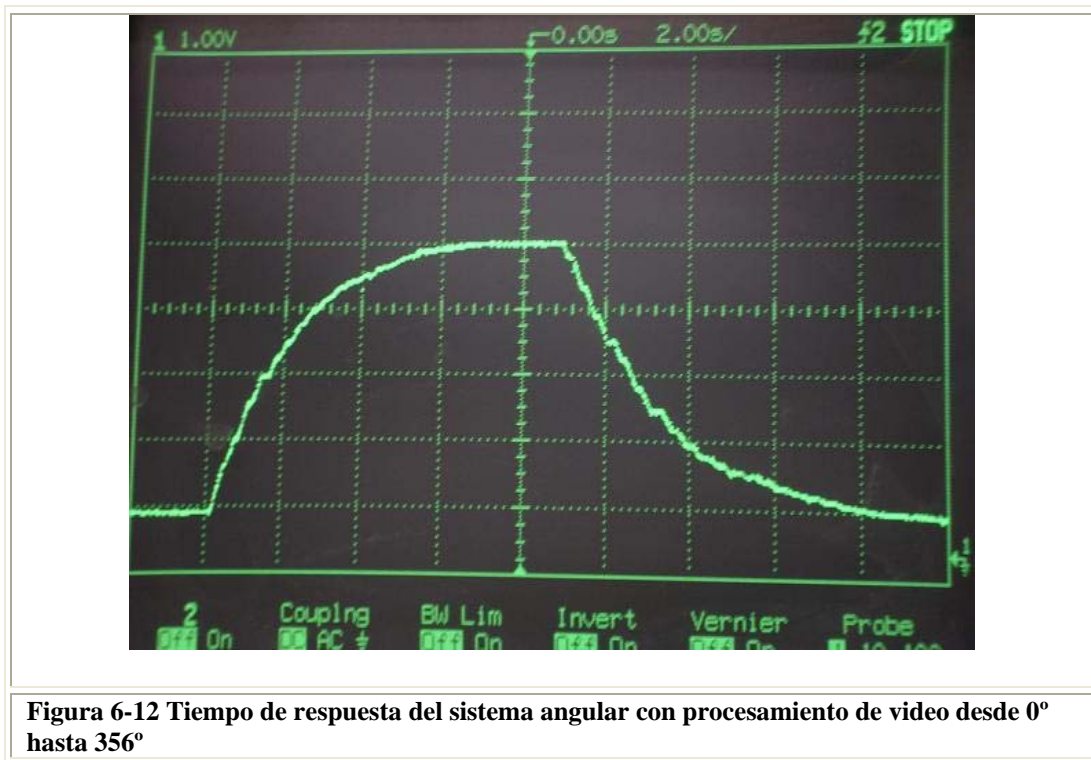
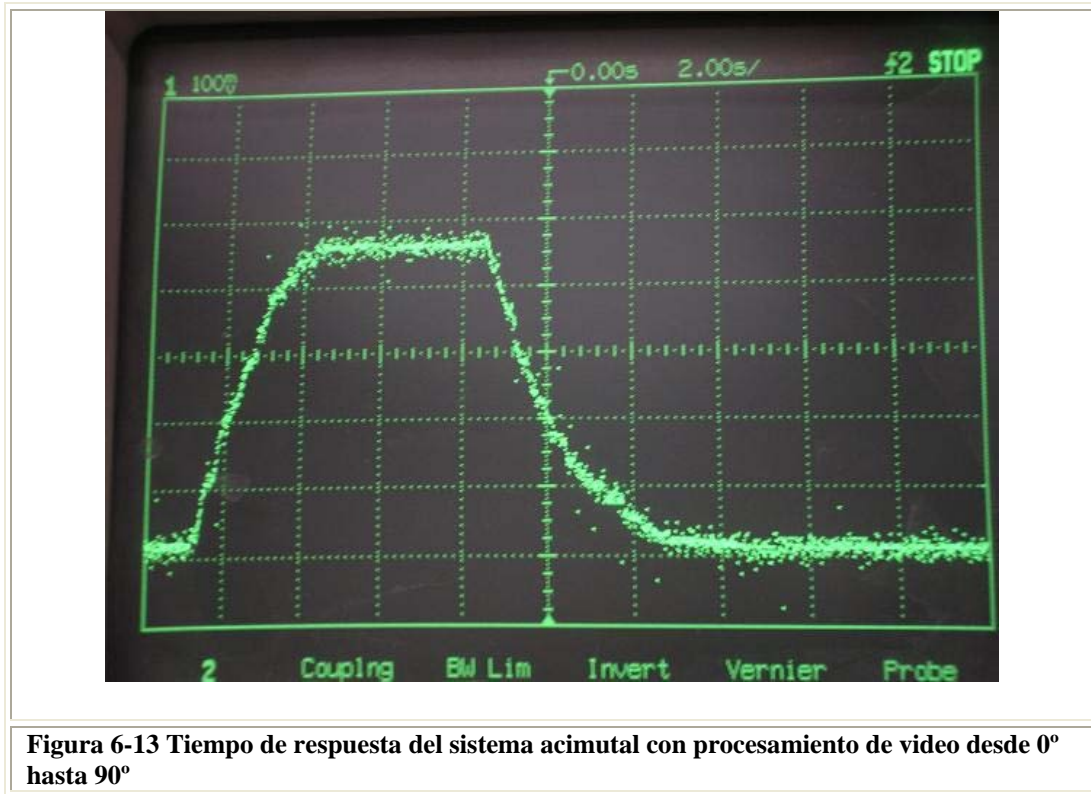


Figura 6-12 Tiempo de respuesta del sistema angular con procesamiento de video desde 0° hasta 356°

El tiempo en esta gráfica fue de 7.4seg. La ultima gráfica capturada, la muestra la Figura 6-13 y corresponde al sistema acimutal.



**Figura 6-13** Tiempo de respuesta del sistema acimutal con procesamiento de video desde 0° hasta 90°

El tiempo de esta gráfica es de 4seg.

Como se puede observar, la eficiencia de los sistemas se ve deteriorado por la captura de video, pero esto no significa que el sistema sea malo, sino que la computadora portátil que se utilizó no cuenta con los requerimientos necesarios para trabajar en óptimas condiciones y como bien sabemos la computadora trabaja en tiempos compartidos, asigna un tiempo determinado para cada aplicación. El procesado del video es muy pesado, más aun que el video proviene desde otro puerto, distinto al de la captura de los datos. Incluso se puede ver el momento en que la maquina desatiende la adquisición y procesado de los datos por procesar el video. Los motores de DC parecen tener el comportamiento de motores de paso.