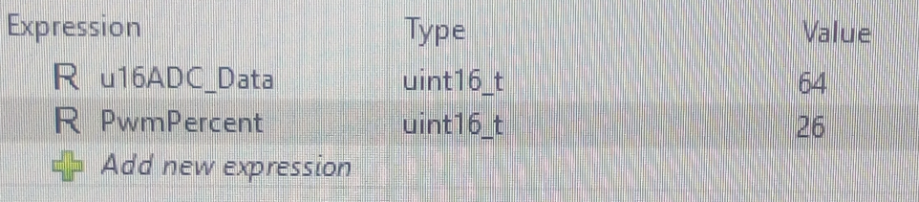
## 11.1 Integration Testing Results

INTEGRACION DEL NIVEL 2 ENTRE MODULOS ADC Y PWM – TICKET #21 Probando el PWM con el ADC

En la implementación de esta integración no ocurrieron errores graves o de difícil solución ya que se contaba con la experiencia de haber programado esta clase de módulos en el pasado, puesto que son muy ocupados y de gran utilidad en gran cantidad de aplicaciones.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| DESCRIPCION PRUEBA | RESULTADO | ABATIMIENTO |
| VERIFICACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS MODULOS ADC Y PWM, MODIFICANDO EL VALOR DE REFERENCIA CON EL POTENCIOMETRO Y OBSERVANDO EL CAMBIO EN LA VELOCIDAD DEL MOTOR | LOS MODULOS FUNCIONARON CORRECTAMENTE, SOLO SE ENCONTRARON PROBLEMAS DE SINTAXIS, EN EL CODIGO, FACILMENTE CORREGIBLES | CORRECION DEL CODIGO ERRONEO, INVESTIGANDO LA SINTAXIS CORRECTA DE LAS FUNCIONES |

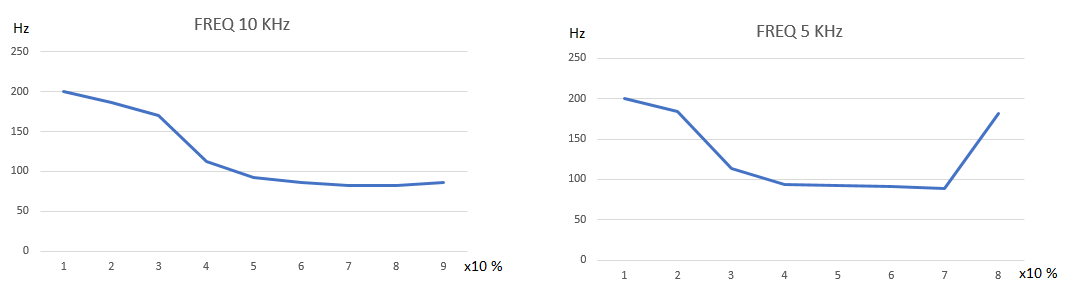
Los datos mostrados en la Figura 11.1.1. muestra las variables utilizadas al probar los módulos y los valores que tomaron éstos al modificarlos, la variable u16ADC\_Data toma valores de 0 a 255, mientras que PwmPercent va de 0 a 100.



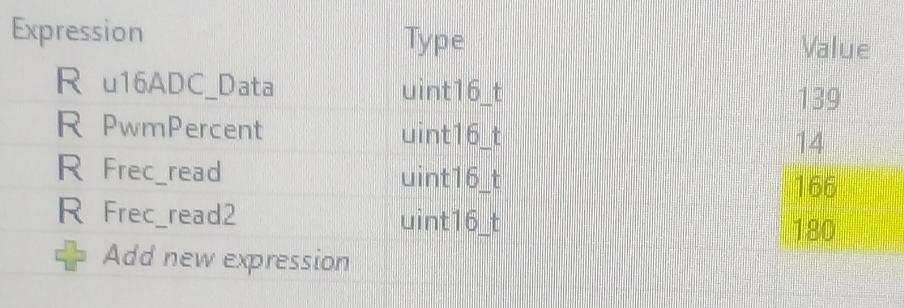
**Figura 11.1.1. Variables del ADC y PWM**

INTEGRACION DEL NIVEL 2 ENTRE MODULOS ADC, PWM Y SENSOR – TICKET #29 Validación de Funcionamiento y pruebas del sensor con el PWM.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| DESCRIPCION PRUEBA | RESULTADO | ABATIMIENTO |
| VERIFICACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS MODULOS ADC Y PWM, MODIFICANDO EL VALOR DE REFERENCIA CON EL POTENCIOMETRO Y MIDIENDO EL CAMBIO EN LA VELOCIDAD DEL MOTOR CON EL SENSOR HALL | MODULO IRQ SENSOR PRESENTO FALLA POR PERDIDA DE SEÑAL, LA CUAL SE VOLVIA ERRATICA, AL BAJAR LA FRECUENCIA | SE MIDIO LA RESPUESTA DEL MOTOR (EN LAZO ABIERTO), CON DISTINTAS FRECUENCIAS (10 KHz, 5KHz), Y ESTAS OFRECIERON RESULTADOS SIMILARES OBSERVABLE EN LA Figura 11.1.2, POR LO QUE SE RESTRINGIO QUE EL VALOR DE REFERENCIA NO DISMINUYERA A MENOS DE 600 RPM |

En la Figura 11.1.3 se muestran las variables anteriormente mencionadas del ADC y PWM, al igual que dos nuevas variables que se refieren a la lectura de la velocidad del motor, usando distintos algoritmos para observar el comportamiento de cada uno y obtener una mejor respuesta en bajas frecuencias. Las gráficas de la Figura 11.1.2. consideran que la tarjeta tiene lógica inversa en el PWM (por lo que 0% es el máximo y 100% el mínimo).

**Figura 11.1.2. Resultados obtenidos de la velocidad (Hz) del motor en lazo abierto.**



**Figura 11.1.3. Variables usadas para medir el comportamiento del motor.**

INTEGRACION DEL NIVEL 3 CON LA INTERFAZ DE USUARIO – TICKET #30 MERGE SENSOR HALL WIDGETS\_LCD

Durante este módulo de integración realizamos las primeras pruebas uniendo el código de los y módulos de PWM, ADC setpoint, IRQ sensor y LCD, logrando resultados favorables, sin embargo, al tener el código en un solo hilo de procesamiento la funcionalidad del ADC se veía interrumpida por el LCD, realizamos la prueba observando los datos desplegados en la pantalla LCD y comparándolos con los obtenidos en las herramientas de depuración.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| DESCRIPCION PRUEBA | RESULTADO | ABATIMIENTO |
| VERIFICACION DE FUNCIONALIDAD SINERGICA DE MODULOS PWM, ADC, IRQ, LCD, MODIFICANDO EL VALOR DE REFERENCIA Y OBSERVANDO LOS EFECTOS EN EL MOTOR Y LOS DATOS MOSTRADOS EN LA PANTALLA | MODULO ADC PRESENTO PROBLEMA DE LECTURA | UTILIZANDO EL METODO ABA LOGRAMOS DEDUCIR QUE EL PROBLEMA SE DEBIA A LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN DE LA PANTALLA LCD, SE UTILIZO UN DELAY PARA DAR TIEMPO DE TERMINAR LAS TAREAS DEL LCD Y PASAR CON LAS DEL ADC |

La Figura 11.1.4. muestra la pantalla LCD desplegando los datos calculados, después de haber sido corregida la falla que no permitia que se ejecutaran en paralelo el ADC y la comunicación SPI, la cual en futuras iteraciones del software se verá optimizada al utilizar dos threads para el sistema y la pantalla.

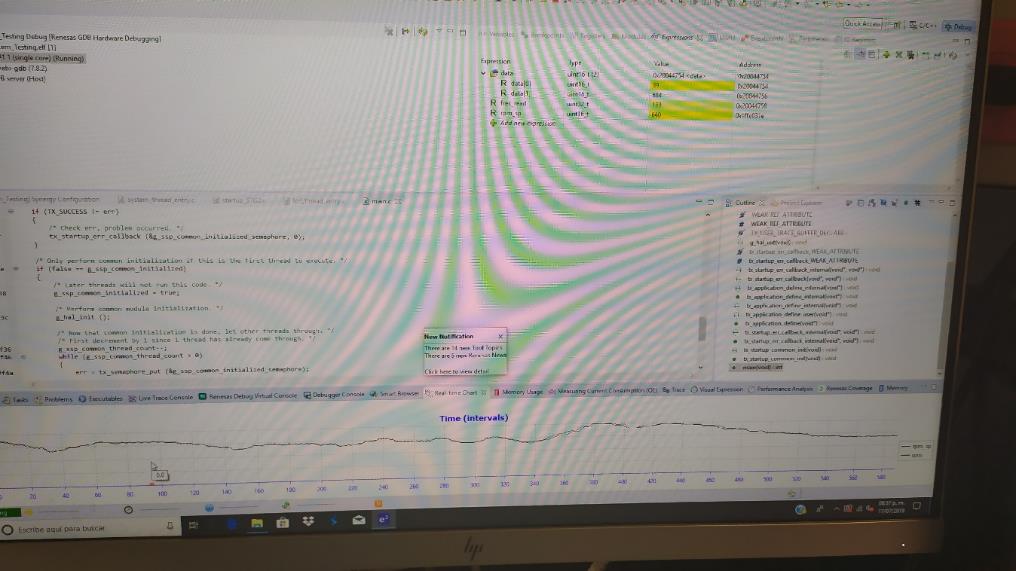


**Figura 11.1.4. Primeros diseños de la interfaz de usuario.**

INTEGRACION DEL NIVEL 3 CON EL CONTROL PID – TICKET #36 MERGE DE CONTROL PID Y HMI

En esta integración de módulos realizamos la conjunción de los módulos anteriores, esta vez agregando el control PID desarrollado, aunque aún no completamente sintonizado, se consideraba la sintonización para las especificaciones del control requeridas en una versión anterior al documento de requisitos del proyecto, utilizando una frecuencia de muestreo de 10 KHz, el control actuaba con alta precisión reaccionando rápidamente a la señal de valor de referencia del potenciómetro, sin embargo a esta frecuencia de muestreo el sensor de efecto Hall perdía la robustez al decrementar el valor por debajo de 600 rpm.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| DESCRIPCION PRUEBA | RESULTADO | ABATIMIENTO |
| VERIFICACION DE FUNCIONALIDAD SINERGICA DE MODULOS PWM, ADC, IRQ, LCD Y EL CONTROL PID | MODULO IRQ SENSOR PRESENTO FALLA POR PERDIDA DE SEÑAL, LA CUAL SE VOLVIA ERRATICA, AL BAJAR LA FRECUENCIA | CAMBIANDO LA FRECUENCIA DE MUESTREO POR UNA DE 1 KHz SE EVITO EL PROBLEMA CON EL SENSOR, ESTE SE DEBIA A UN DESBORDE DE MEMORIA DE LA LOCALIDAD QUE MEDIA EL TIEMPO ENTRE FLANCOS DEL SENSOR |

Se muestra la señal del control siguiendo a la referencia en la Figura 11.1.5. Se encuentra con fluctuaciones debido a ruido provocado en el sensor de velocidad, el cual se soluciona más adelante en el proyecto implementando un filtro para esa señal.

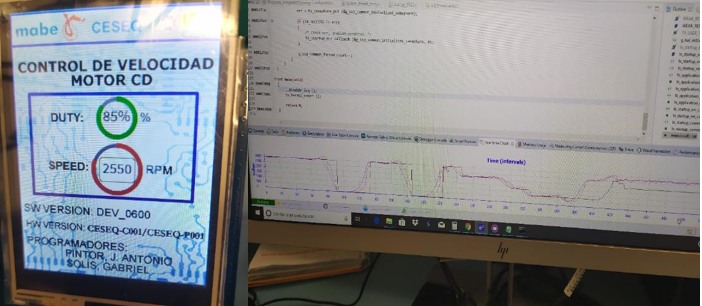
**Figura 11.1.5. Grafica de la respuesta del control y el valor de referencia**

INTEGRACION DEL NIVEL 5 – TICKET #52 MERGE DISEÑO LCD Y CONVENCIONES DE NOMBRES DE VARIABLES

En esta integración de código realizamos una de las etapas finales del software, en la cual agregamos el diseño del LCD modificado con nuevas características visuales para hacer más sencilla la interpretación de los valores desplegados, al igual que el control PID sintonizado con los requisitos modificados mas actuales, de este modo ya no encontramos el problema de la perdida de la señal de valor de referencia, sin embargo nuestro control perdió rapidez pues la frecuencia de muestreo se redujo considerablemente de 10 KHz hasta 1 KHz.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| DESCRIPCION PRUEBA | RESULTADO | ABATIMIENTO |
| VERIFICACION DE FUNCIONALIDAD SINERGICA DE MODULOS PWM, ADC, IRQ, LCD, CONTROL PID | EL CAMBIAR LA FRECUENCIA DE MUESTREO RESOLVIO EL PROBLEMA DEL SENSOR, SIN EMBARGO, EL CONTROL SE VOLVIO LENTO, OBSERVANDOSE EN LA GRAFICA ESTE FENOMENO, UN BUG CAUSABA QUE LOS GRAFICOS DESPLEGARAN ERRONEAMENTE LA INFORMACION | SE AJUSTARON LAS GANANCIAS DEL CONTROL PID PARA CONSEGUIR UN CONTROL QUE DIERA MEJORES RESULTADOS Y MAS RAPIDOS, SE CAMBIARON LOS TIPOS DE VARIABLES DE LOS GRAFICOS, PUES PRESENTABAN UN DESBORDE DE MEMORIA, CAUSADO POR UNA OPERACIÓN MATEMATICA |

En la Figura 11.1.6. se muestra que la pantalla LCD presentaba un bug el cual hacia parecer que los datos que se mostraban tenían un offset de 10 unidades respecto a las variables calculadas, el verdadero problema era un error del tamaño de las variables lo que provocaba que los valores se mostraran erróneos. También se muestra que la señal del control se volvió más lenta en reaccionar a los cambios del valor de referencia.



**Figura 11.1.6. Pantalla LCD y señal de control**