UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR



COORDINACIÓN DE FÍSICA

# Informe de Avance de Tesis de Maestría (abril – julio 2011)

Estudiante: Ing. Nicolás Veloz Savino

Tutor: Dr. Rafael Escalona.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

En el presente trabajo se expondrán los avances obtenidos en el proyecto: “Control de vibraciones mecánicas en un sistema interferométrico”.

El objetivo principal de este proyecto es mejorar el contraste entre las franjas claras y oscuras de los interferogramas a través de la reducción del efecto producido por las vibraciones mecánicas en el sistema, vibraciones que afectan directamente el contraste de las franjas.

|  |
| --- |
|  |
| Figura : Esquema del sistema a controlar y del sistema de retro-alimentación |

Durante los meses de abril a julio de 2011, se trabajó en el software de LabVIEW que permite el control de la cámara PixeLINK PL-B776U para la obtención de imágenes, la tarjeta de adquisición 6024E de National Instruments para la generación de las señales de control y la tarjeta de sonido de la computadora para generar el offset necesario para el ajuste fino del piezoeléctrico. También se diseñó un circuito de acondicionamiento que realiza el filtrado y suma de la conversión de frecuencia-voltaje para la salida de la tarjeta de sonido, y la salida analógica de la tarjeta 6024E. Adicionalmente se realizaron pruebas en los circuitos y software de LabVIEW así como la integración de todas las partes en el montaje final.

## Cámara

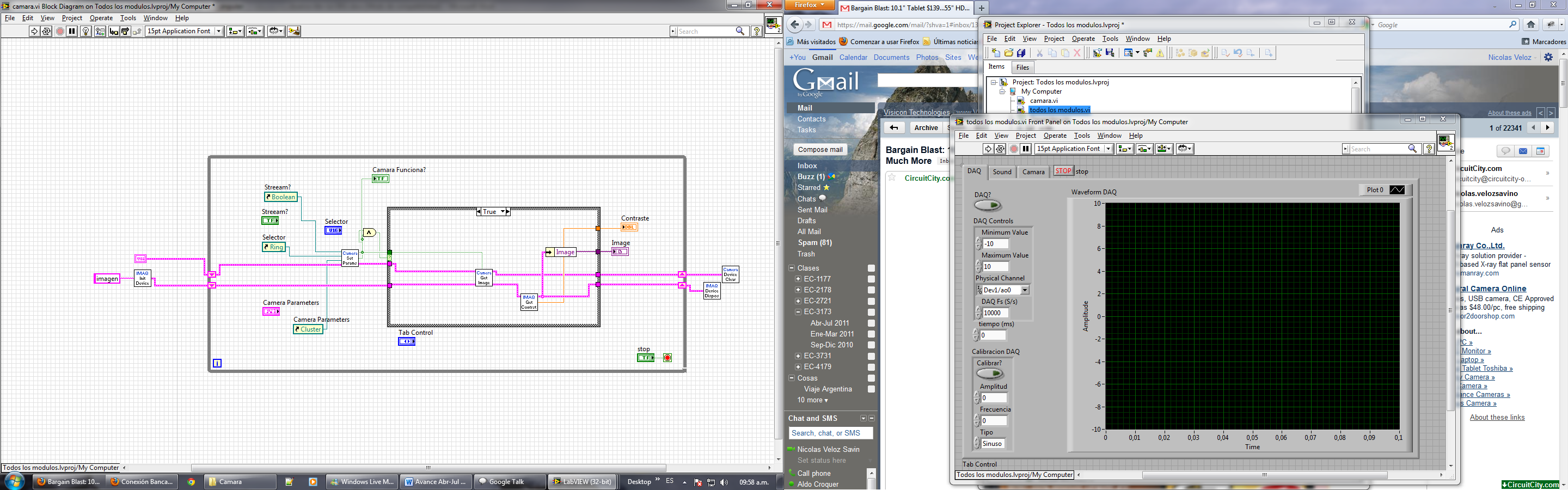
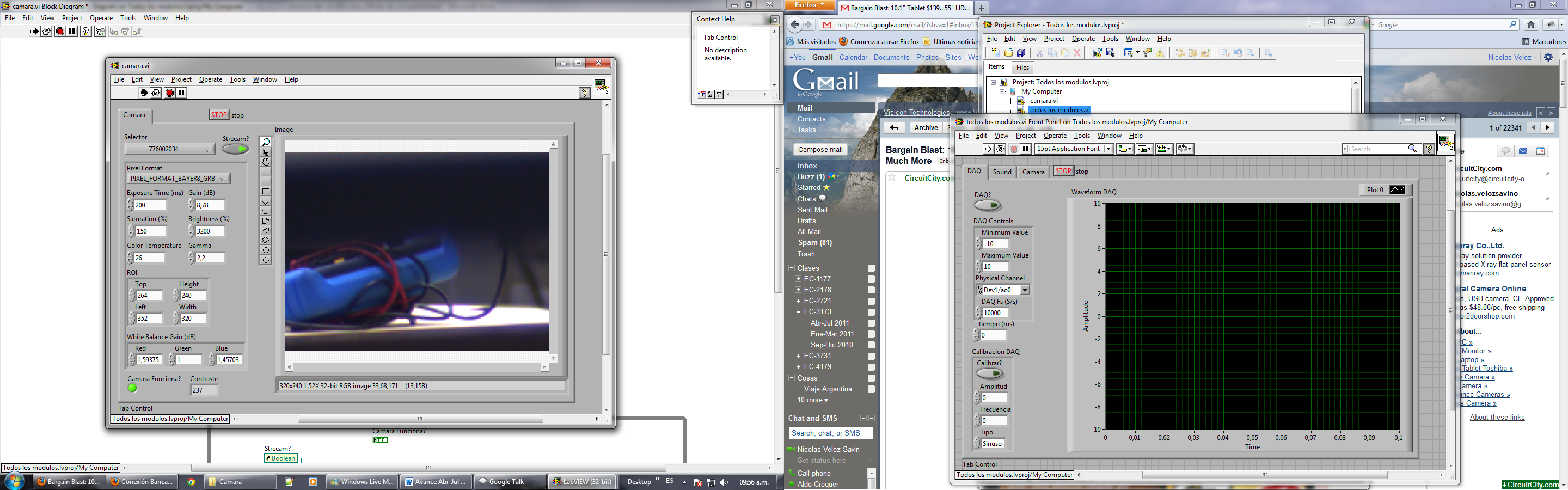
Debido a que el control de las vibraciones se realizará para lograr una mejora en el contraste de la imagen, es necesario obtener las imágenes y determinar el contraste a partir de estas. Utilizando el API de PixeLINK se desarrollaron unos VI de LabVIEW que controlan los parámetros de la cámara así como la obtención de las imágenes y el contraste. Los VIs desarrollados son los siguientes:

* ***Camera-Device2Cluster.vi***: convierte las linas del dispositivo (serial number, error y el apuntador a la cámara) en un cluster para reducir la cantidad de cables en los VIs principales.
* ***Camera-Cluster2Device.vi***: convierte el cluster obtenido en el VI anterior en las líneas del dispositivo.
* ***Camera-DeviceClear.vi***: se encarga de detener el dispositivo y limpiar los buffers y memorias asociados.
* ***Camera-Events2Case.vi***: se encarga de establecer que controles de la cámara fueron modificados por el usuario y devuelve un arreglo con los controles modificados.
* ***Camera-GetAndInitialize.vi***: obtiene la información de las cámaras conectadas e inicializa la primera que encuentra
* ***Camera-GetImage.vi***: obtiene una imagen de la cámara y lo guarda como una imagen de IMAQ Vision
* ***Camera-GetParams.vi***: obtiene los parámetros actuales de la cámara.
* ***Camera-SetParams.vi***: establece los parámetros de la cámara según los controles que modifica el usuario.
* ***Camera-StartStopStream.vi***: comienza o detiene la obtención de imágenes en la cámara.

Adicionalmente se hicieron VIs para el control del IMAQ Vision que transforma los datos obtenidos por la cámara en una imagen que puede ser reconocida y manipulada por LabVIEW. Los VIs desarrollados para trabajar con el IMAQ Vision fueron los siguientes:

* ***IMAQ-Device2Cluster.vi***: este VI al igual que *Camera- Device2Cluster.vi* se utiliza para reducir el número de líneas en los VIs principales, convirtiendo las líneas de ***image*** y ***error*** de IMAQ en un cluster.
* ***IMAQ- Cluster2Device.vi***: este VI convierte el cluster obtenido en el VI anterior a las líneas de image y error de IMAQ
* ***IMAQ-Dispose.vi***: cierra la imagen IMAQ y elimina la memoria asociada con ésta.
* ***IMAQ- Init.vi***: crea la imagen IMAQ.
* ***IMAQ -GetContrast.vi***: obtiene el contraste general de una imagen IMAQ, para esto realiza una conversión del espacio de color RGB al espacio de color HSL, lo cual permite evaluar la luminosidad en cada punto, de esta forma, el contraste será igual a la máxima luminosidad menos la mínima luminosidad en la imagen.

Para probar los Vis desarrollados y el funcionamiento de la cámara se hizo un VI de prueba en el que se obtienen los parámetros, se pueden establecer los parámetros y se muestra la imagen obtenida por la cámara.



Se obtuvieron buenos resultados en el control de la cámara, sin embargo el API no permite la modificación del brillo para esta cámara.

## Tarjeta de Adquisición 6024E

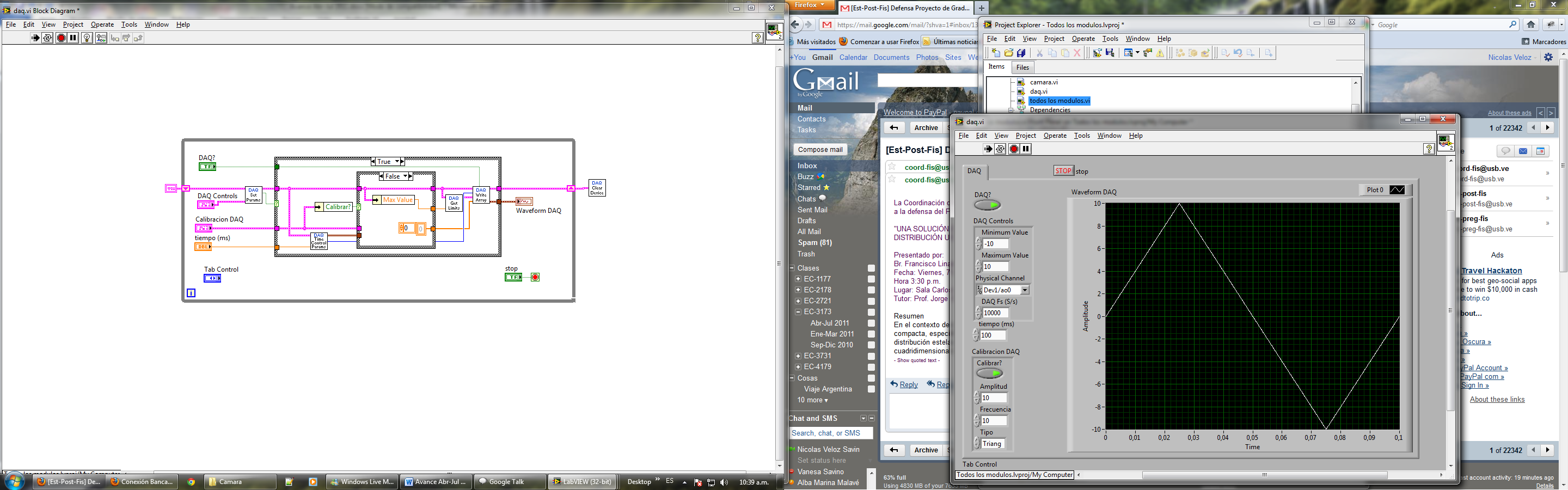
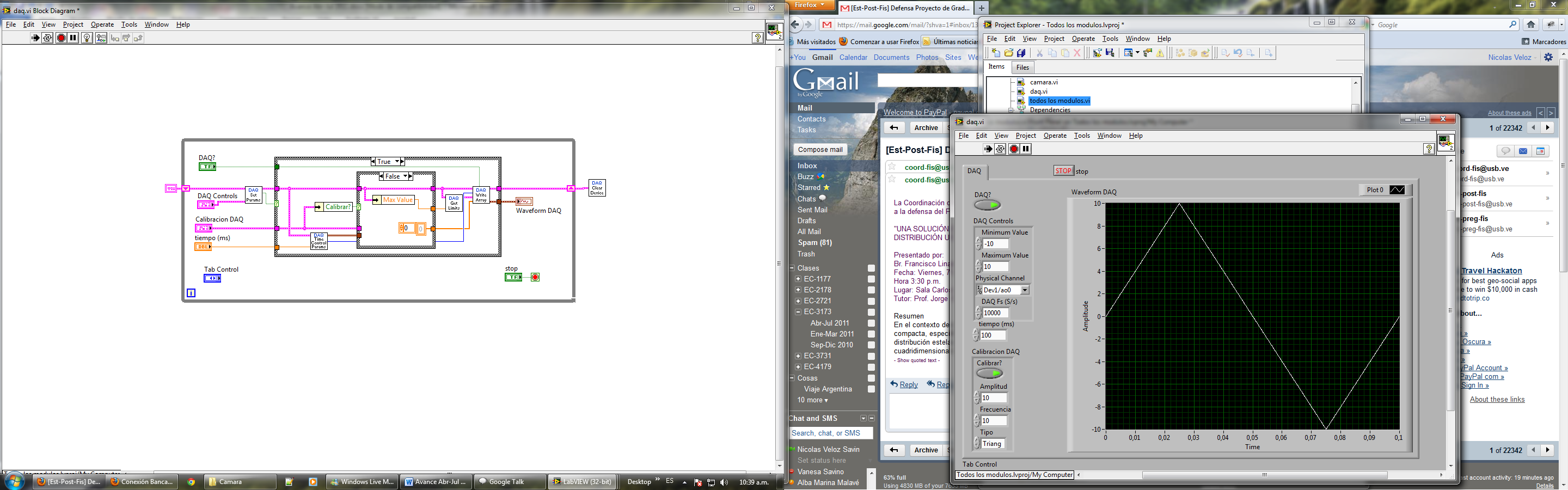
Ya que utilizando la cámara a una resolución aceptable es imposible detectar el movimiento rápido de las vibraciones a través de la imagen, se sabe que si el contraste de la imagen es bajo, puede significar que en el tiempo en que la cámara está adquiriendo la imagen, las franjas se mueven, provocando que los puntos más intensos se promedien con puntos vecinos haciendo que el contraste total de la imagen se reduzca.

Según el esquema de control propuesto, la forma de reducir el efecto de las vibraciones mecánicas en el contraste de la imagen será al introducir señales de control muy pequeñas durante el período de integración de la cámara de modo que estas señales reduzcan la variación del camino óptico del interferómetro debido a las vibraciones, es decir, la señal introducida buscará estabilizar el movimiento de las franjas durante el tiempo de integración de la cámara.

Para poder generar la señal de control que será introducida al piezoeléctrico, a través de un circuito de acondicionamiento, se trabajó con la tarjeta de adquisición de National Instrument 6024E y su control a través de NI-DAQmx en LabVIEW. Para el manejo de la tarjeta se desarrollaron una serie de VIs que permiten generar señales a partir de un arreglo de datos. Los VIs desarrollados son los siguientes:

* ***DAQ -InitDevice.vi***: inicializa la tarjeta y el canal analógico.
* ***DAQ -ClearDevice.vi***: cierra el dispositivo y elimina toda la memoria asociada a este
* ***DAQ –Events2Case.vi***: determina si algún control asociado a la tarjeta fue modificado por el usuario
* ***DAQ -GetLimits***: obtiene los límites de operación según la amplitud de la señal que se desea generar
* ***DAQ -GetTimeControlParameters***: devuelve de acuerdo al tiempo de la señal y la frecuencia de muestreo los parámetros de tiempo del dispositivo (número de muestras y tiempo de generación)
* ***DAQ -SetParameters.vi***: establece los parámetros de la tarjeta
* ***DAQ -AmpAdjust.vi***: ajusta la amplitud de la señal a generar.
* ***DAQ -Calib.vi***: genera señales cuadradas, triangulares o sinusoidales a frecuencias seleccionables para la calibración del dispositivo.
* ***DAQ -WriteArray.vi***: este VI es quien se encarga de generar la señal al escribir en el buffer de la tarjeta el arreglo que contiene la forma de onda de la señal a generar.

Tambien se hizo un VI para probar el funcionamiento de la tarjeta por separado.



## Sonido

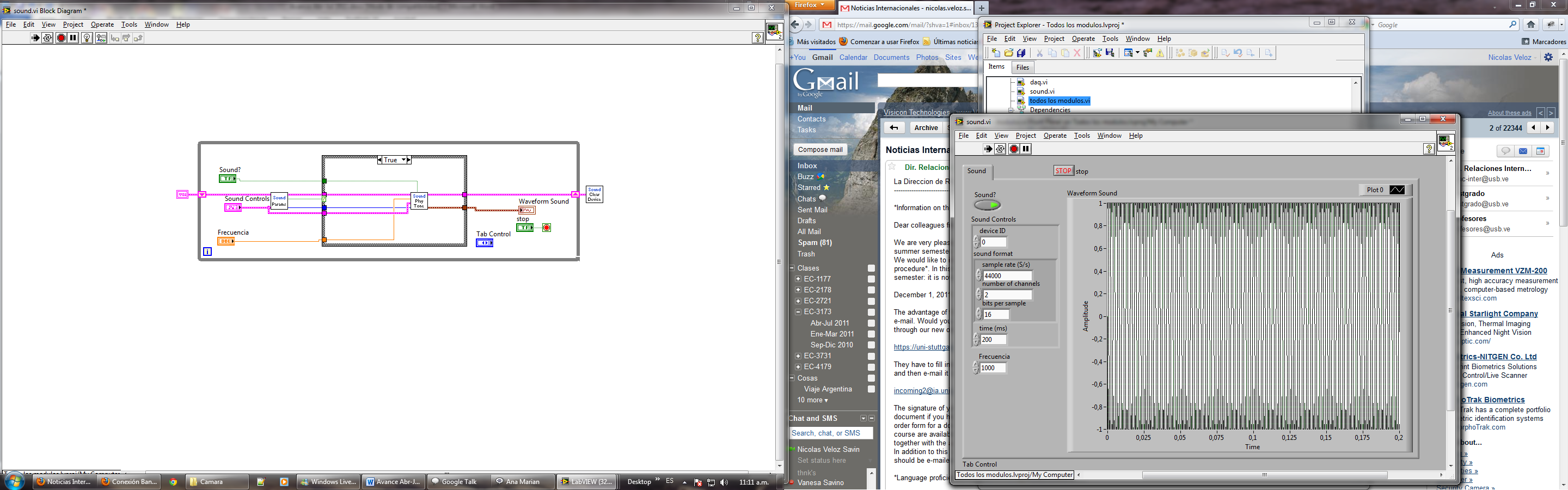
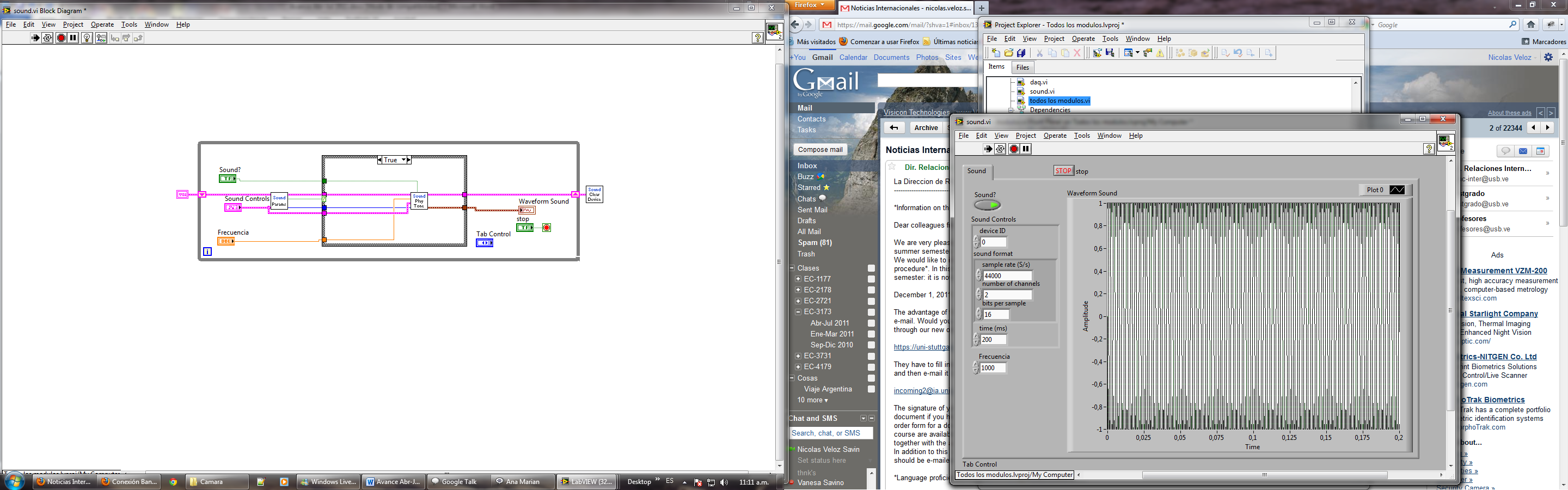
Debido a que la tarjeta de adquisición 6024E posee una frecuencia de muestreo y un conversor digital - análogo limitada, las señales producidas serán de forma escalonada, por lo tanto si se requiere un rango de amplitud de la señal muy grande, la señal perderá resolución. Como al piezoeléctrico no solo se introduce la señal de control sino que se introduce el valor de referencia de la fase, que sería una señal DC constante, es necesario separar esta señal DC de la señal de control, ya que si la señal DC debe tener mucha amplitud, la discrteización de la señal de control hará que no pueda ser generada.

Para separar la señal de control de la señal de referencia se utilizó la tarjeta de sonido de la computadora para generar un tono que luego será transformado en una señal DC por un convertidor frecuencia-voltaje.

El control de la tarjeta de sonido se realizó en LabVIEW también, para esto se desarrollaron los siguientes VIs:

* ***Sound -InitDevice.vi***: inicializa la tarjeta de sonido
* ***Sound -ClearDevice.vi***: cierra el dispositivo y elimina la memoria asociada
* ***Sound –Events2Case.vi***: determina si algún control fue modificado por el usuario.
* ***Sound -Parameters.vi***: establece los parámetros de acuerdo a los controles del usuario
* ***Sound-PlayTone.vi***: genera un tono.

Se hizo un VI para probar el dispositivo de sonido.

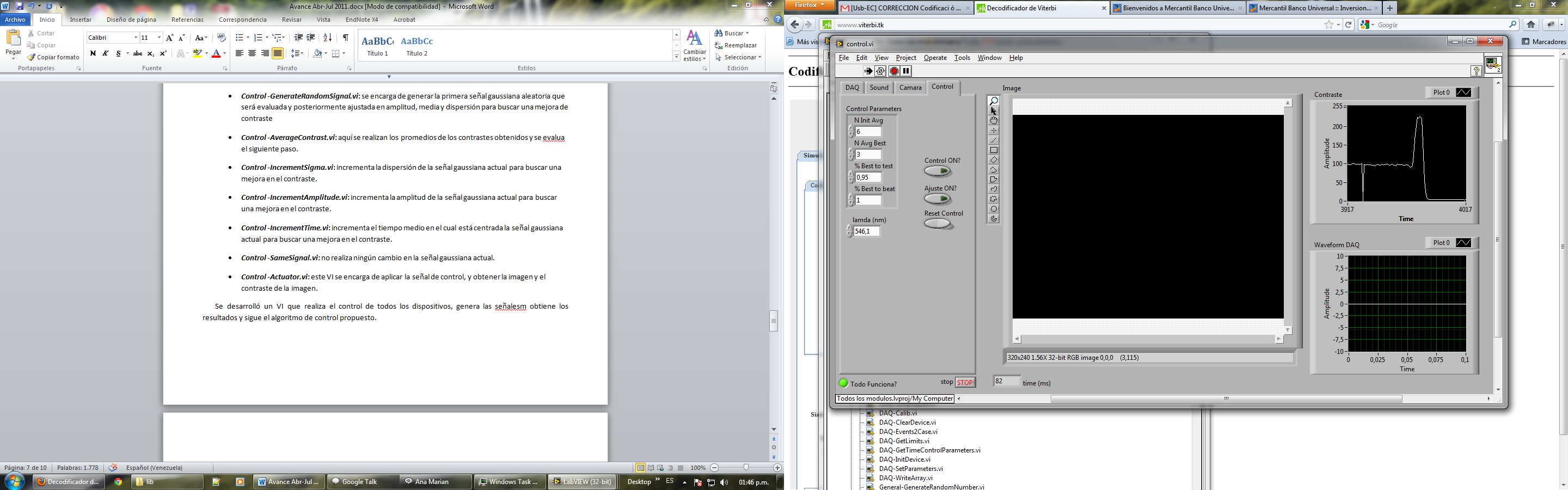


## Software de LabView para el Control

Para lograr el control de los 3 dispositivos en simultáneo y adicionalmente realizar el algoritmo de control se desarrollaron unos VIs específicos del control y de tareas generales. Estos VIs son los siguientes:

* ***Control -CaseFlow.vi***: en este VI está programada todo el algoritmo de control, se encarga de controlar todo el flujo de los casos, generar las señales, modificarlas y evaluar su resultado.
* ***Control -GetContrast.vi***: este VI se encarga de obtener una imagen y su contraste
* ***Control -GenerateRandomSignal.vi***: se encarga de generar la primera señal gaussiana aleatoria que será evaluada y posteriormente ajustada en amplitud, media y dispersión para buscar una mejora de contraste
* ***Control -AverageContrast.vi***: aquí se realizan los promedios de los contrastes obtenidos y se evalua el siguiente paso.
* ***Control -IncrementSigma.vi***: incrementa la dispersión de la señal gaussiana actual para buscar una mejora en el contraste.
* ***Control -IncrementAmplitude.vi***: incrementa la amplitud de la señal gaussiana actual para buscar una mejora en el contraste.
* ***Control -IncrementTime.vi***: incrementa el tiempo medio en el cual está centrada la señal gaussiana actual para buscar una mejora en el contraste.
* ***Control -SameSignal.vi***: no realiza ningún cambio en la señal gaussiana actual.
* ***Control -Actuator.vi***: este VI se encarga de aplicar la señal de control, y obtener la imagen y el contraste de la imagen.

Se desarrolló un VI que realiza el control de todos los dispositivos, genera las señalesm obtiene los resultados y sigue el algoritmo de control propuesto.



## Tarjeta de Acondicionamiento

Para poder introducir las señales al piezoeléctrico, se desarrollo una tarjeta de acondicionamiento que filtra y ajusta las amplitudes de las señales para que luego sean inyectadas la fuente de control del piezoeléctrico el E-662 de PI, dicha fuente es capaz de entregar una referencia de voltaje de 0 a 70V DC y se le puede colocar una señal de control que será amplificada internatmente con una ganancia de 10, a través de esta señal de control es donde será introducida las señales de referencia y de control de vibraciones.

La señal de referencia primero debe ser convertida a un voltaje DC con un convertidor frecuencia-voltaje, luego debe ser filtrada para eliminar cualquier señal AC no deseada y por último se debe ajustar su amplitud para que pueda ser inyectada a la fuente del piezoeléctrico.

La señal de control debe ser filtrada para eliminar cualquier componente AC de alta frecuencia, adicionalmente se debe ajustar la amplitud ya que la salida máxima de la tarjeta de acondicionamiento es de +-10V.

Ambas señales, la de referencia y la de control deben ser sumadas para ser inyectadas en la fuente.

El circuito del convertidor frecuencia voltaje que convierte la salida de la tarjeta de sonido a un voltaje DC es el siguiente:



Luego este voltaje pasa por un filtro MFB pasa bajo de segundo orden de ganancia -1 y de frecuencia de corte XXHz :



La salida de la tarjeta de Adquisición pasa por un filtro MFB pasa bajo de segundo orden de ganancia -1 y frecuencia de corte YYHz:



Ambas señales filtradas se suman y se ajusta su amplitud con un circuito sumador con ganancia negativa.



# Bibliografía