

El diseñador en instituciones científicas

D.I. Daimir Alcibiades Pineda Tamayo (daimir.pineda@cbiomed.cu), Dpto. de Diseño, Dirección Científica, Biofísica Médica.

Introducción

El diseñador gráfico en una institución científica, con historia y resultados en el campo de la investigación y desarrollo tecnológico, sobre todo en el sector de la salud; como ejemplo tenemos que fue donde se diseñó y se construyó el primer tomógrafo de factura totalmente cubana y todo el personal que participó en este proyecto fueron todos cubanos, en un momento tan difícil como 1992, pleno período especial y en su momento más crítico, al cual le sucedieron 3 versiones más; puede quizás sentirse algo fuera de lugar y hasta intimidado. Esta institución es la que se genera mucho conocimiento, en donde los recursos humanos que generan estos conocimientos son de una calidad excepcional tanto humana como científica. Sin embargo, en mi experiencia, no ha sido así. La interacción con otras disciplinas han sido muy positivas y aplaca ese ego con el que contamos la mayoría de los diseñadores y no nos deja abrirnos, escuchar. Aunque siempre hay alguien que se opone o piensa que su profesión es la más complicada y la nuestra se resume en hacer “figuritas”. Para poder compartir y ampliar esta experiencia traigo como ejemplo dos proyectos de software para dos equipos médicos desarrollados en la institución que ha alcanzado tantos logros y donde ejerzo mi profesión, Biofísica Médica.

Objetivo

El objetivo es mostrar cómo ha sido el papel del diseñador en el proceso de desarrollo de estos productos, los pros y los contras, la aplicación de conocimiento adquirido en los años de estudio en el ISDi, en los años de trabajo anterior y durante mi desempeño en Biofísica. Siempre para resolver un problema, pensando en el usuario, si no, no tiene sentido.

Desarrollo

Es necesario mencionar que los equipos se desempeñan en el Sistema Nacional de la Salud Cubana principalmente, con perspectivas de exportación, por lo que resuelven uno o varios problemas, ya por eso tienen un impacto positivo. A pesar de las dificultades materiales, principalmente del embargo económico, los profesionales de Biofísica han sabido sobreponerse, y encontrar soluciones a cada situación.

Fue algo trabajoso pero no difícil acoplarse, pues en este tipo de institución se trabaja con manuales de procedimientos, planes de trabajo (algo parecido a un Cronograma de Trabajo pero más general), grupos de proyectos con su jefe de proyecto que reparte, verifica y aprueba las tareas individuales.

Se realizan reuniones de proyecto donde cada cual expone su parte, se opina, se sugiere, se critica, pero siempre con respeto y profesionalidad, aunque a veces no se esté de acuerdo o no convencido del todo. Al final se encuentra una solución o soluciones.

Los proyectos

El “Por qué”, “el Qué” y el “Cómo” del proyecto ya se sabían al igual que lo esencial: “Para quién”. Luego de esto se procedió con la conceptualización, paso muy importante para el desarrollo de cualquier proyecto. Aunque el diseñador que en este caso sería yo, tendría participación activa en lo que corresponde al diseño de GUI (del inglés, *Graphic User Interface*) principalmente, participé en todas las reuniones de proyecto y las opiniones, sugerencias o críticas eran escuchadas. Todo no era perfecto, siempre había sus desacuerdos, pero las contradicciones era fuente de desarrollo.

También hay que realizar diseño de embalaje, manual de usuario, manual de servicios técnicos, serigrafía, identificador del software, artículos promocionales etc. Esto es otra historia, que no deja de ser importante pero no es el objetivo actual.

Para que se tenga una idea explicaré brevemente en qué consiste cada equipo, dígame su funcionamiento, utilidad, quiénes y qué disciplinas ejercen los integrantes de los proyectos.

Equipos

Angiodín

El equipo se destina a los siguientes servicios de salud:

- Laboratorios de Hemodinámica Vascular (LHV) de los Servicios de Angiología
- Salas de ingreso,
- Salas cuidados intensivos,
- Cuerpo de guardia,
- Salas de operación,
- Otros servicios médicos (cardiología, endocrinología, medicina deportiva, hematología, etc.).
- Consultas en policlínicos.
- Áreas de la comunidad o Consultorios del médico de familia.

Puede emplearse para evaluar el sistema vascular periférico, tanto arterial como venoso, lo cual sirve de complemento al diagnóstico precoz y no invasivo de diferentes padecimientos circulatorios, como son:

- Complicaciones vasculares del paciente diabético
- Insuficiencia arterial periférica
- Síndromes de salida torácica y de Raynaud
- La hipersensibilidad al frío
- Alteraciones mecánicas del tono arterial
- Incompetencia valvular venosa en los miembros inferiores
- Arritmias

Además, puede ser usado en la determinación del nivel óptimo de una amputación, la presión sistólica de los miembros inferiores, la causa de la disfunción sexual masculina, etc. La realización de las pruebas médicas en el equipo, se fundamentan en la obtención de la señal pletismográfica, por el método fotoeléctrico.

Antecedentes

Anterior al Modelo C, lo precedieron el A y el B (*Fig. 1*), los cuales no tenían mucha diferencia físicamente y de hardware, los cambios sustanciales fueron a nivel de códigos de programación al micro controlador (PIC 16C74A) para aprovechar las capacidades del mismo, añadiendo otras funcionalidades al equipo y por lo tanto un valor agregado.



Fig. 1. Angiodín PD 3000. Modelos B y C.

Angiodín Modelo C

El modelo C realiza los mismos servicios de salud mencionados anteriormente. El cambio radical es físico, y de hardware. Ya que se sustituye el display LCD de cristal líquido, por un display TFT táctil (*Fig.2*). Se sustituye el PIC por uno de mejores prestaciones (PIC 18F452)

y funcionalidad aunque no sea de última generación. Se adiciona otra memoria EEPROM y una tarjeta SD para mejorar y aumentar el almacenamiento de la base de datos.



Fig.2 Display TFT táctil. EA eDIPTFT43-A.

El encargo

El encargo estaba claro, un software que permita controlar el equipo, visualizar, procesar, almacenar señales y datos. Un software para un equipo que tiene ciertas características físicas, de hardware, algo limitadas por razones antes expuestas, como lo difícil que es obtener componentes de última generación. A la vez que la interfaz debe cumplir ciertos requerimientos estéticos y funcionales para los usuarios.

El Proceso de desarrollo

La importante tarea a la hora de crear un producto de software es obtener los requisitos o el análisis de los requisitos. Estos requisitos se toman de la necesidad de solucionar el problema expuesto en el encargo.

Una vez que se hayan recopilado los requisitos, se debe realizar un análisis del ámbito del desarrollo. Este documento se conoce como especificación funcional.

Todo esto se realiza en conjunto, los integrantes del proyecto.

Modelo de desarrollo del software

El modelo normalmente implementado es el de Cascada. ¿En qué consiste? Pues este modelo se divide en etapas y deben cumplirse de forma sucesiva.

1. Especificación de requisitos
2. Diseño del software
3. Construcción o Implementación del software
4. Integración
5. Pruebas (o validación)
6. Despliegue (o instalación)
7. Mantenimiento

Si se atrasa una etapa retrasaría todo el proceso y eso, obviamente, repercute negativamente, además de que no se involucra al usuario.

Lo de involucrar al usuario no es problema para el desarrollo del software porque gracias a los equipos precedentes (*Angiodín Modelos A y B*), y a la buena relación que existe entre Biofísica Médica con instituciones de la salud y la docencia de la misma, existen especialistas que aportarían sus opiniones, sugerencias etc.

El modelo que más predomina es el de Diseño Iterativo que consiste en involucrar al usuario en el desarrollo del software, pero no en todo momento de ahí que se implemente algunos elementos de otros modelos. Esto hace que la frontera o delimitación del modelo de desarrollo sea difusa pero es más positivo que negativo.

Teorías y conceptos

Debido a que el cambio entre los modelos de Angiodín anteriores y este sería muy radical hay que tenerlo en cuenta a la hora de hacer el diseño, ya que el ser humano tiene una capacidad limitada de procesar información.

Es importante que la comunicación entre el usuario y el Angiodín sea buena, por este motivo la interfaz tiene que estar diseñada pensando en cubrir las necesidades del usuario sin olvidar las limitaciones del hardware. Tiene que haber un equilibrio sino la interacción y la funcionalidad no será posible.

Como principios de diseño se tuvo en cuenta el usuario que en este caso son Cardiólogos, Angiólogos y personal técnico que trabaje en conjunto con estas especialidades y el modelo de desarrollo expuesto anteriormente para poder testear el diseño y poder modificarlo hasta obtener la interfaz deseada.

Metodología de Diseño

Existen numerosas metodologías de diseño para la interacción usuario-equipo. Muchas se basan en captar la interactividad del usuario y el sistema. Para esto hay que tener en cuenta el proceso cognitivo del usuario y así obtener una retroalimentación entre usuarios, el diseñador y el grupo de proyecto. Tomando en cuenta el concepto del Diseño Centrado en el Usuario (*del inglés, User-Centred Design, UCD*) hace que se acentúe la presencia del usuario en el proceso.

Otros principios que se tienen que considerar a la hora de diseñar la interfaz de usuario de usuario (*en inglés, GUI*) son la tolerancia, la simplicidad, la visibilidad, la factibilidad, la consistencia, la estructura y la retroacción. También debe el software tener las características de usabilidad, utilidad y de accesibilidad.

Otros conceptos

Se tomaron en cuenta otros conceptos como el de interfaz gráfica de usuario, icono lingüística, software, hardware entre otros

Más elementos

Teniendo en cuenta lo deseado en el encargo se procedió al análisis de la información obtenida, principalmente las características del hardware, además de las etapas de diseño aprendida durante los años de estudiantes y la experiencia profesional. Vayamos a detalles como por ejemplo el display TFT táctil.

- 480x272 pixeles, 16-bit la profundidad del color (65,536) colores con luz trasera led
- 8 fuentes pre-definidas y puede incluirse más.
- Dibujar líneas, colocar puntos, área, permite graficar barras
- Visualiza imágenes y animaciones (BMP, PNG, GIF, JPG, TGA, G16)
- Mezcla texto y gráficos
- Multilinguaje con páginas macros
- Se puede mediante software graduar el brillo.

El display tiene un software compilador, el EA Kit Editor (*Fig. 3*), en donde el desarrollador por medio de códigos y comandos predeterminados del software permite almacenar las páginas macros formada por los elementos individuales (íconos, textos, imágenes, etc.) y gestionar la interfaz diseñada. La comunicación del display con el PIC se establece por medio de códigos y algoritmos implementados por el desarrollador en un software para este tipo de tareas llamado MPLAB (*Fig. 4*) donde además de la comunicación se programa el PIC para realizar la captura, procesamiento de la señal FD (*Fotopletismografía Digital*), se puede decir que es el corazón del equipo.

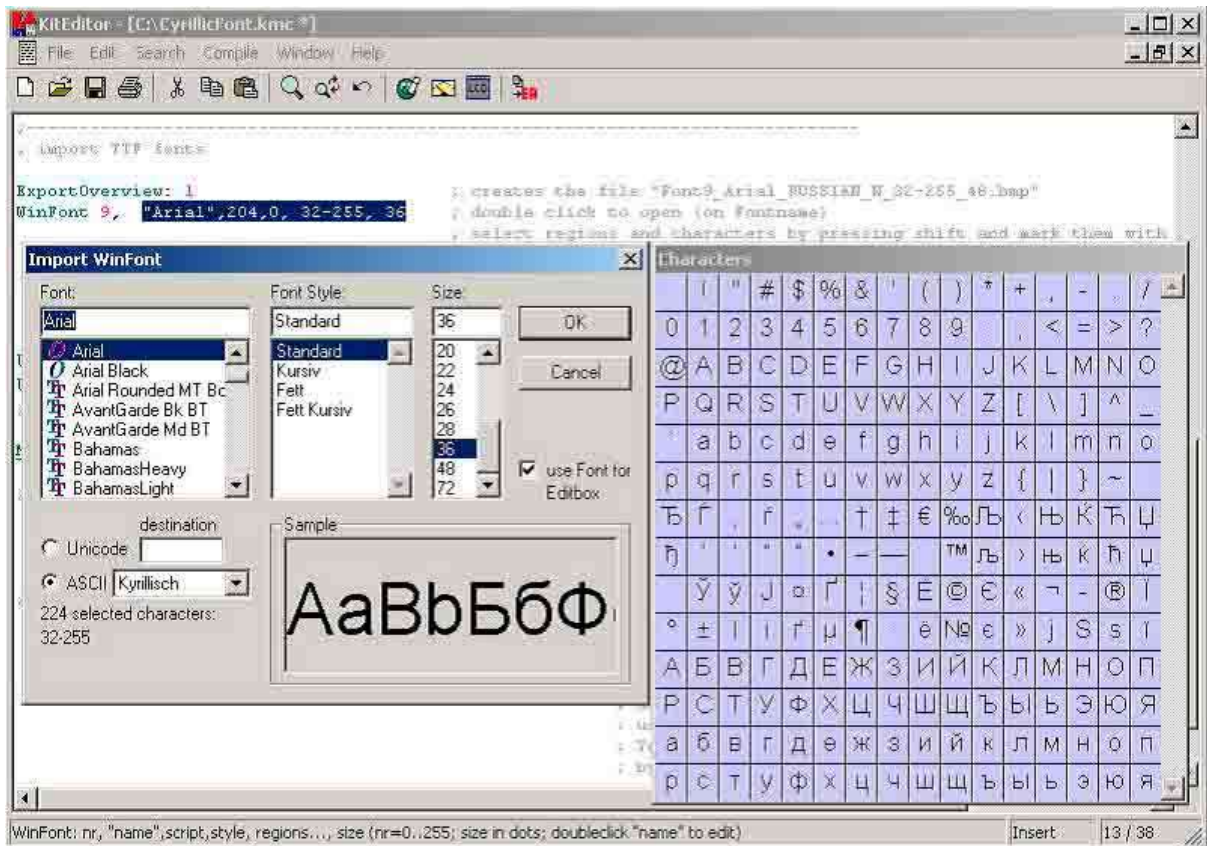


Fig.3 EA Kit Editor. Opción que permite la incluir Fuentes.

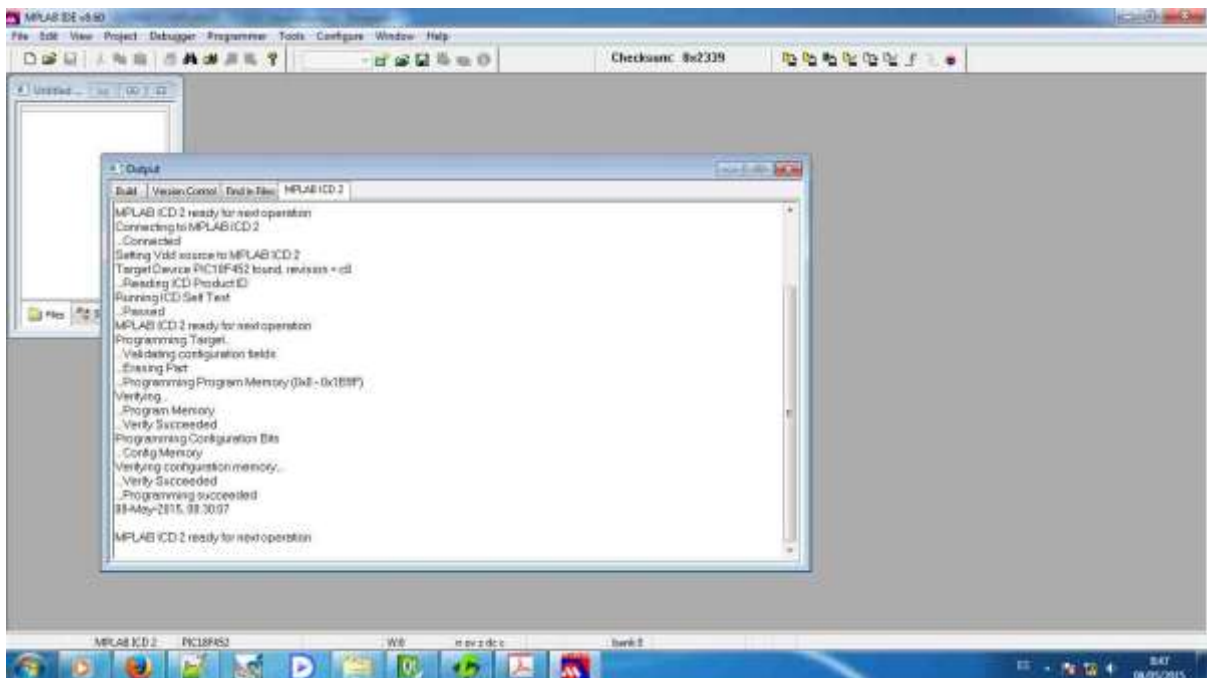


Fig.4 MPLAB.

El Diseño

Las limitaciones del hardware y la necesidad de priorizar el procesamiento y almacenaje de la información (señal FD y otros datos) se propuso el estilo visual. Además de lo antes

mencionado, se pensó darle algo más personalizado y más actual. Para esto decidimos un estilo visual que en los últimos años ha sido utilizado en la GUI de dispositivos móviles táctiles, OS, en la web, en las Apps; el estilo es el diseño plano (*en inglés, flat design*). Veamos ya la GUI del Angiodín. Se definió la paleta de colores (*Fig. 5*), que debía ser contrastante, que tuviera que ver contexto de uso, además de relacionarse con el identificador del Angiodín (*Fig. 6*), que aunque no son de la misma paleta de colores no se separan mucho, y no influye negativamente además que el soporte de implementación no es el mismo.



Fig.5 Paleta de colores para la GUI en código de colores RGB y Hexadecimal.

ANGIODIN[®] PD 3000

Fig.6 Identificador del Angiodín.

La tipografía escogida fue la Segoe UI (*Fig. 7*), sans serif muy moderna, contrastante, legible aún en pequeño puntaje, óptima para textos cortos.

A B C D E F G H I J K L M N Ñ O P Q R S T U V W X Y Z
a b c d e f g h i j k l m n ñ o p q r s t u v w x y z
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 & ; ? ¡ !

Fig.7 Segoe UI

El lenguaje visual debía ser simple, lo más claro posible pero teniendo en cuenta el lenguaje del usuario y el contexto de funcionamiento, esto se plasma en los requisitos del sistemas que se traduce a lo visual por medio de pantallas, botones, mensajes etc.

Para lograr la iconografía nos basamos en el sistema de señalética de la AIGA, unos íconos son estándar como son: el control de volumen (*aunque a este se le añadió elementos acordes con las prestaciones del equipo*), los botones de play, stop, pause, congelar, el home etc. Otros hubo que pensarlos y realizarlos desde 0, como el de la opción de Prueba Hemodinámica, como se muestra en el menú principal del Angiodín (*Fig. 8*). Cabe mencionar que el fondo oscuro representa el color del display sin imagen, o sea, transparente, ya que las imágenes guardadas en la memoria del mismo están en formato de archivo .PNG. Además, la profundidad del color es de 8 bit, esto influye en la reducción del espacio en memoria y en el procesamiento de ellas al interactuar el usuario. Lo que trae

como consecuencia menos carga de trabajo, más velocidad y cantidad de datos a procesar, más eficiencia en el trabajo del equipo.

Para que se tenga idea, al usar el formato de archivo de imagen .PNG a 8 bit de profundidad de color; la memoria de 4 MB almacena todos los elementos de la GUI y solo ocupa 78 485 bytes que representa el 19.62125 % (Fig.9).

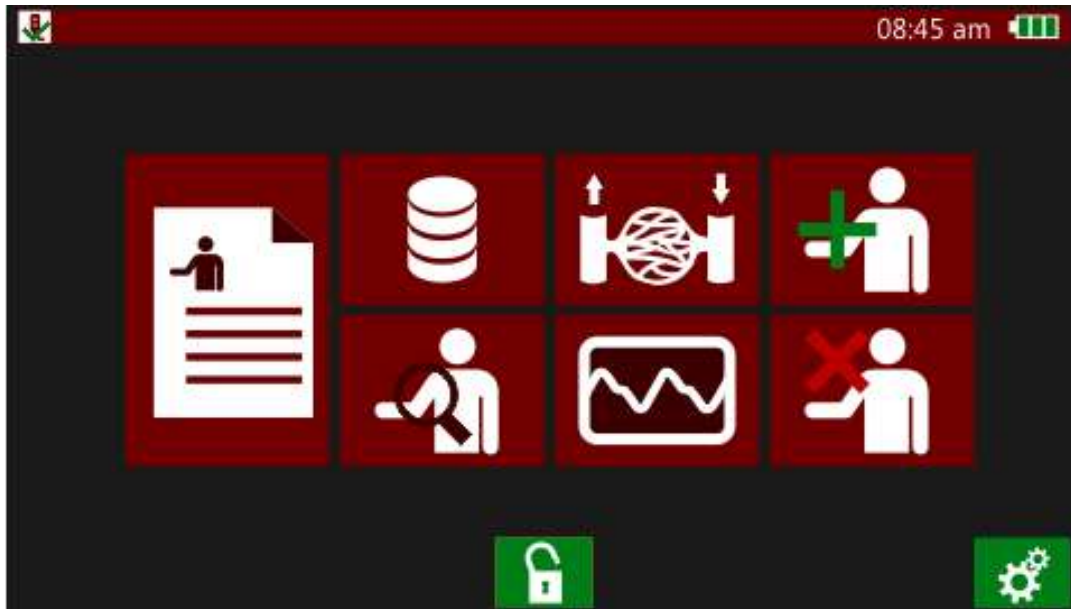


Fig.8 Menú principal o Home, con los indicadores del sensor conectado, de la batería, la hora y que está la sesión abierta. Acceso a un submenú de Configuración. Obsérvese la existencia de iconografía estándar.

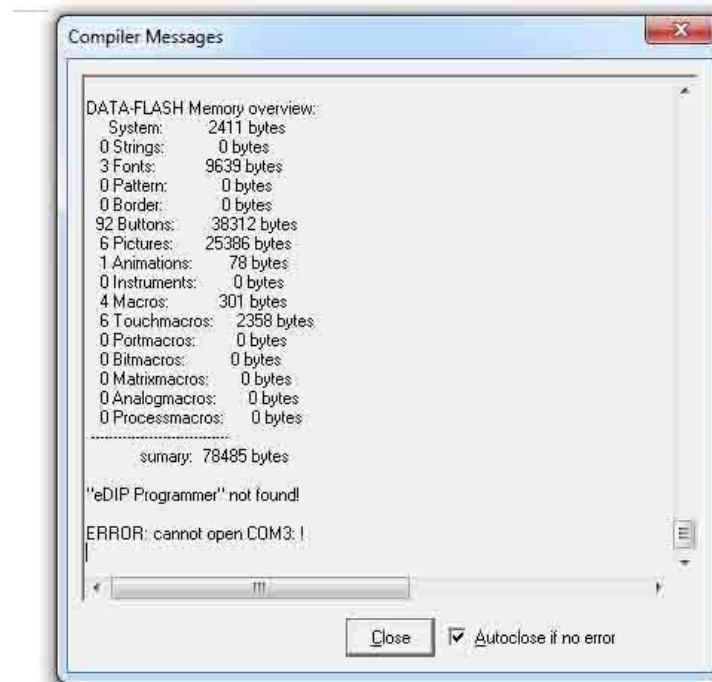


Fig.9 Se muestra al final la capacidad ocupada por los elementos gráficos.

Veremos cómo quedaron otras pantallas de la GUI siempre regidos por la grilla generada (Fig. 10), dejando como junta una separación de 5px, todo optimizado por el espacio.

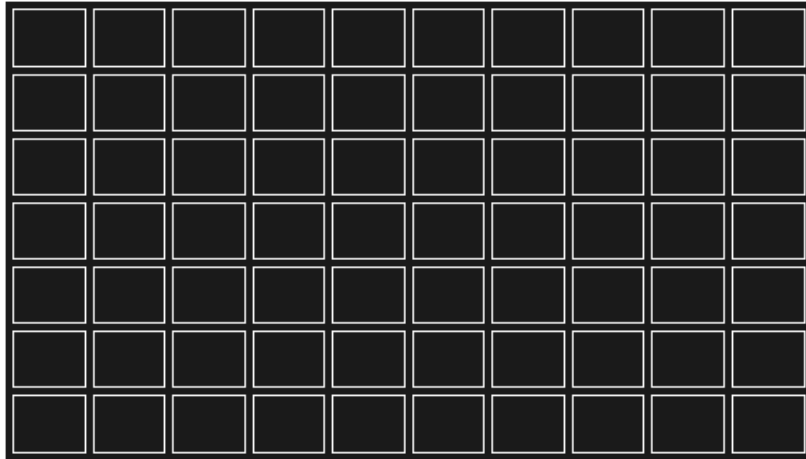


Fig.10 Grilla para la disposición de los botones, etc.

Queda mostrar algunos ejemplos de pantallas de la GUI que se realizaron según lo establecido en el documento de los requisitos del sistema. Como por ejemplo al gestionar el usuario es necesario entrar una serie de datos textuales y numéricos como nombres y apellidos, el carnet de identidad o ID, por lo que la solución óptima era incluir un teclado *qwerty*, debido a la familiarización con el teclado de la PC o laptop que el usuario interactúa a diario (Fig. 11a y b).



a)



a)

Fig.11 Pantalla del Registro del Paciente. Teclado *qwerty* y las opciones de guardar, mover el cursor, y regresar al menú principal. a) Entrada de datos en modo texto. b) Entrada de datos modo numérico.

La interfaz presenta en todo momento una barra de estado en la parte superior del display. En la barra de estado se visualiza a la izquierda el estado de conectividad del sensor, la hora y el estado de la batería a la derecha, y en el centro la indicación de dónde o qué función está realizando el usuario. Excepto cuando se listen los pacientes (Fig. 12), ya que es necesario el espacio para visualizar la mayor cantidad de datos posible. Debido a la limitación de tamaño del display, la tipografía no puede reducirse más, la lista de pacientes puede ser extensa y el display no tiene la capacidad de incorporar un scroll, la solución más idónea era crear la opción de paginado.

ID	Nombre y Apellidos	Sexo	FN	Edad
12345678901234	Juan Remigio Pérez Pérez	M	31-12-2000	14
12345678901234	Juan Remigio Pérez Pérez	M	31-12-2000	14

Barra de estado inferior:  Pág. 10 de 10 

Fig. 12 Pantalla del Listado del Paciente. Opción de filtrar los pacientes según el dato que se desea.

La cantidad de opciones que tiene el usuario es amplia, sin embargo se trata de que un paso lleve a otro y la opción de regresar al paso anterior o al menú correspondiente de la tarea o prueba que realiza.

Mostraré algunas pantallas para que se tenga una idea de las posibilidades que brinda el sistema y que en los equipos anteriores era algo engorroso. Con esto se hace más fácil la interacción, optimizando el tiempo del usuario al realizar los estudios a varios pacientes.

(Fig. 13 a, b, c, d, f, g.)

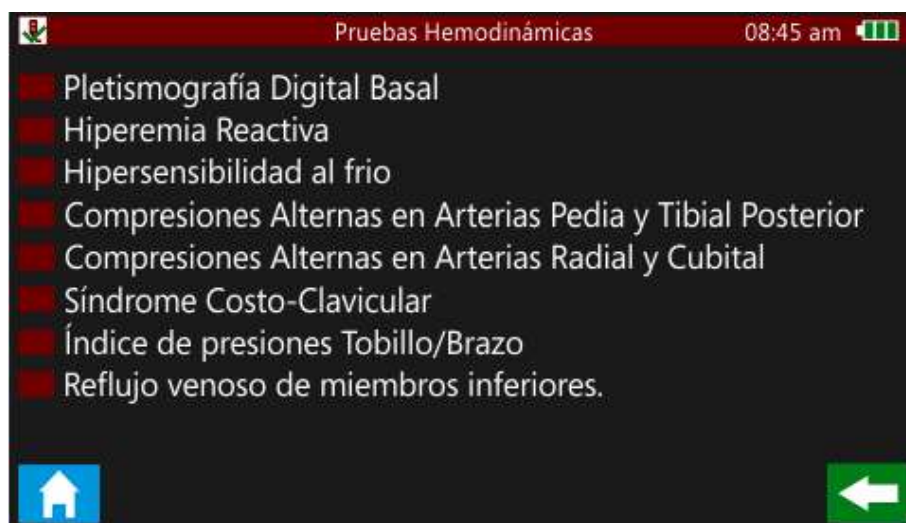


Fig. 13 a) Pantalla de las diferentes pruebas hemodinámicas, que debido a que la denominación es muy técnica y específica era mejor listarla.

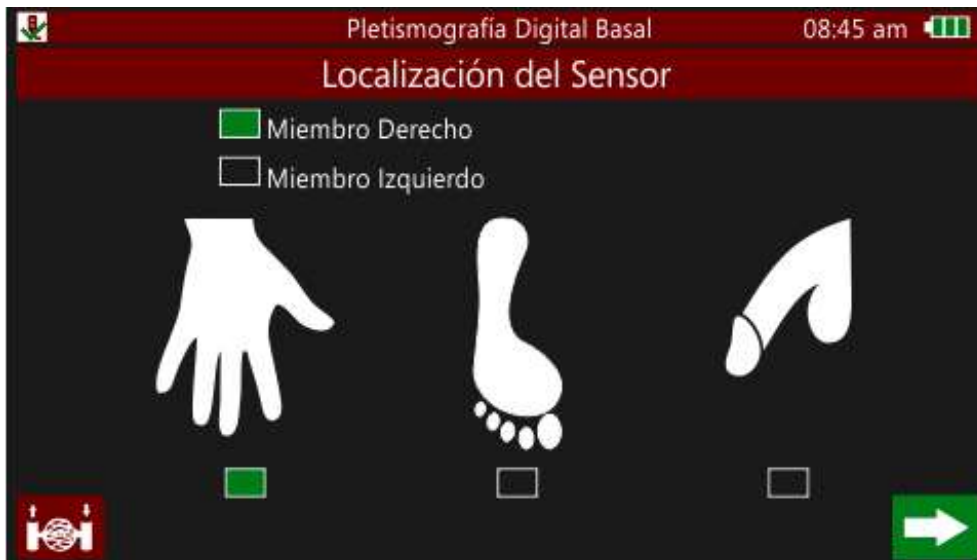


Fig.13 b) Pantalla de los miembros en donde se puede colocar el sensor. Las versiones anteriores no tenían esta opción y el especialista tenía que hacerlo manuscrito en el reporte o diagnóstico, es un dato importante y en algún momento podría equivocarse. Ahora el sistema lo guarda en la base de datos y es muy difícil equivocarse.



b) d)
Fig.13 c y d) Ubicación del sensor en el dedo que se vaya a realizar la prueba.

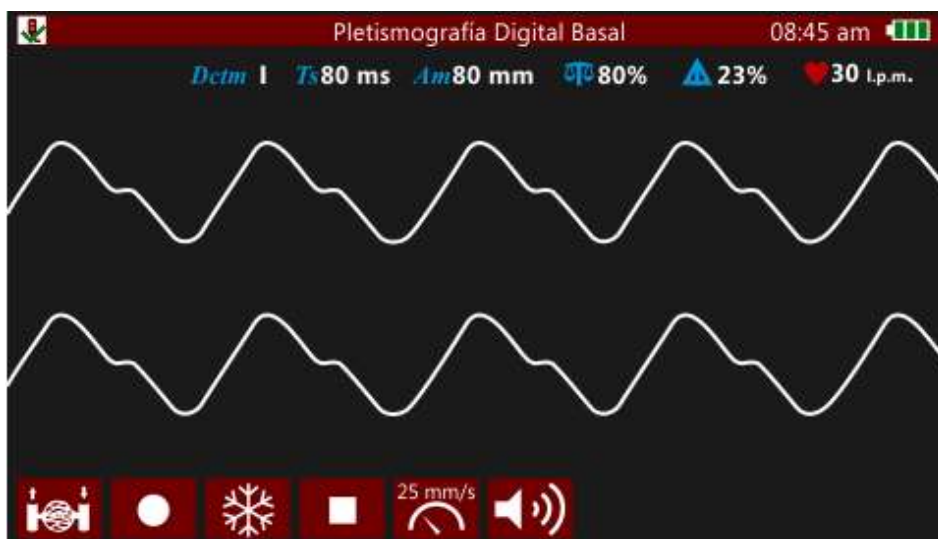


Fig.13 e) Captura de la señal, botón para regresar al menú de las pruebas, botones de grabar, congelar, parar, variación de la velocidad de barrido de la señal que son solo 2, y el volumen. Debajo de la barra de estado se encuentran los parámetros que registra la señal y que se almacenan en la base de datos y estás siempre visible

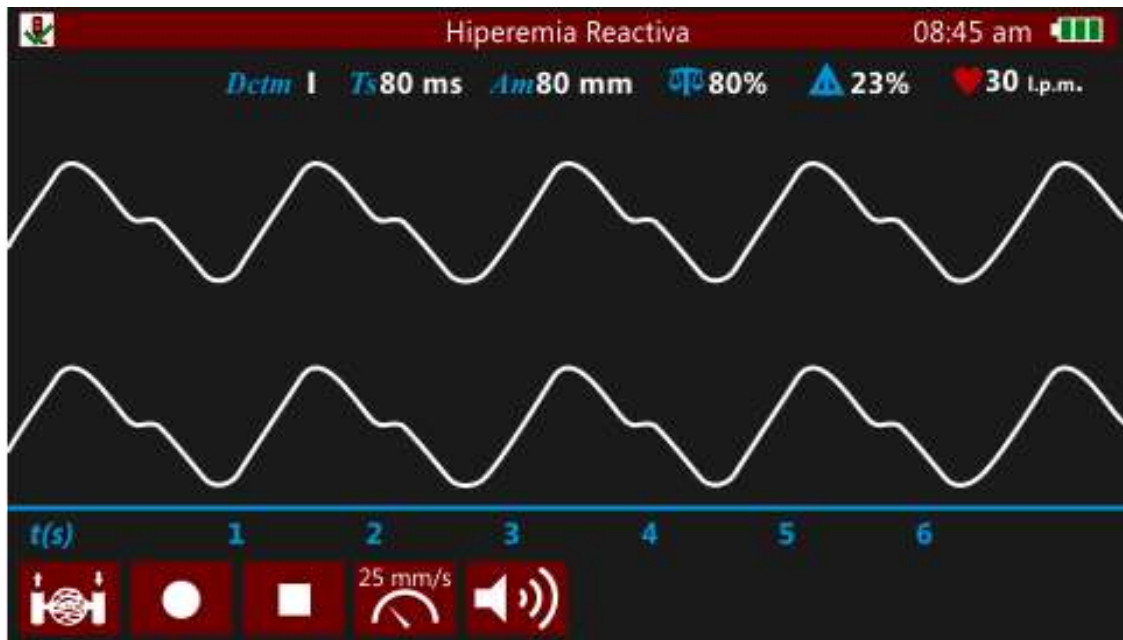


Fig.13 f) Otra prueba hemodinámica, obsérvese otro estado del volumen, y la línea de tiempo que fue fijada anteriormente en la configuración de los parámetros de la prueba.

El Exoesqueleto Robótico.



La rehabilitación en nuestro sistema de salud la realizan especialistas cuya experiencia en esta tarea se basa principalmente en la observación. La tendencia en el mundo desde hace varios años es el uso de exoesqueletos robóticos aunque esto nació en el ámbito militar.

El funcionamiento es idéntico al proyecto anterior, se aplican los mismos principios de diseño, metodologías, etapas. Interactúan varias disciplinas, Ingenieros en Telecomunicaciones, Automática, Mecánica, Informática, Cibernética y diferentes especialistas de la salud que serían los usuarios finales, reafirmando la implementación del modelo de diseño iterativo.

En este proyecto los precedentes en cuanto a software eran tesis de pregrado de estudiantes de Ingeniería en Control Automático o Telecomunicaciones, y algunos estudios realizados por el jefe de proyecto y otros integrantes del grupo de proyecto realizadas en LabVIEW. (Fig. 14 a, b, y c)

El encargo también era muy claro, un software de control para exoesqueleto robótico dirigido a la rehabilitación de miembros superiores, operado por especialistas en rehabilitación, por ejemplo: Fisioterapeutas y Fisiatras; dentro del Sistema de Salud Cubano.

La investigación no arrojó mucha información ya que la mayoría de los fabricantes o desarrolladores lo hacían con fines militares, exceptuando algunas empresas como Panasonic, Honda y otras pocas que lo realizan con fines médico-terapéutico, la escasa información encontrada era más acerca de hardware que de software, aparecieron muy pocos fabricantes. (Fig. 15 a, b y c)

Debido a lo antes mencionado, la GUI encontradas fueron realizadas en MatLab, un potente software profesional que usan mucho los ingenieros, en el que se puede realizar muchísimas cosas ya que cuenta con una amplia biblioteca de módulos, y cálculos, que ayudan a agilizar muchas tareas, aun así la interfaz obtenida por el MatLab y otro software de características parecidas, el LabVIEW, no es muy agradable visualmente, además se realizan más para estudios de laboratorio y fin académico que comercial, además de la evidente falta de ciertos principios de diseño. (Fig. 16 a y b)

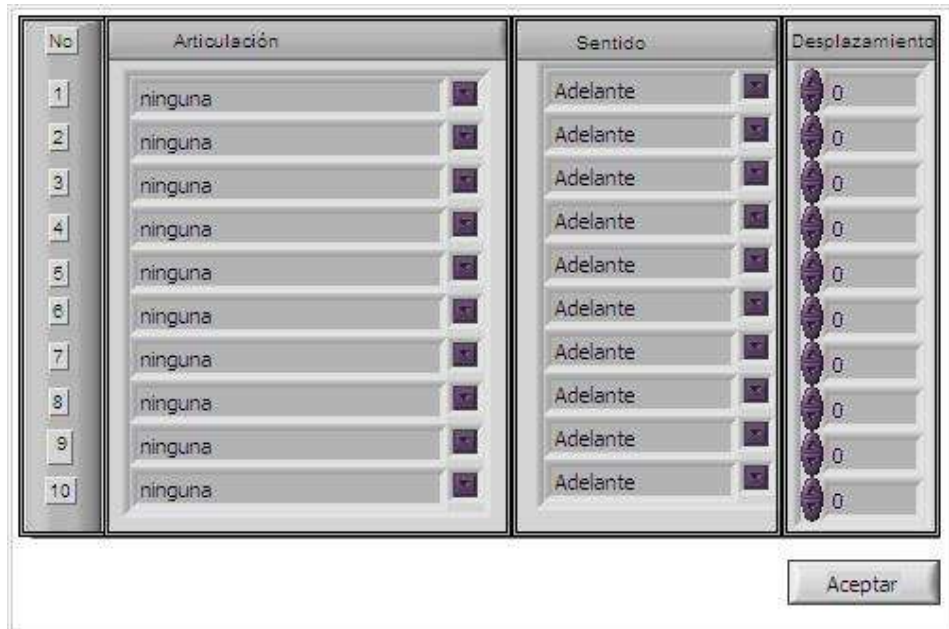


Fig. 14 a) GUI para configurar rutinas.

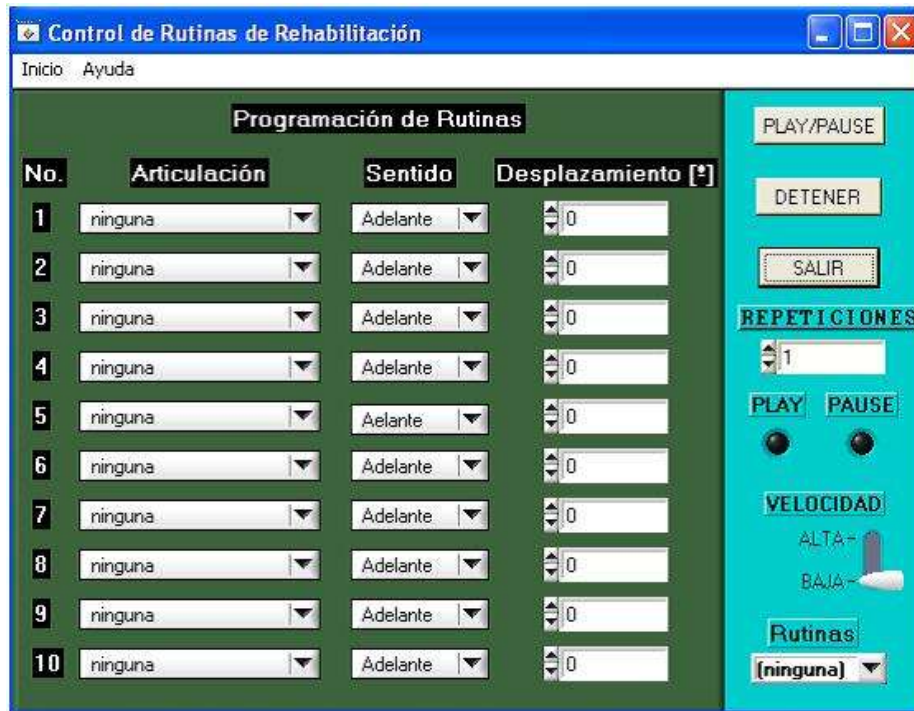


Fig. 14 b) GUI para configurar rutinas pero con más parámetros de configuración.



Fig. 14 c) GUI para configurar rutina.



Fig. 15 a) Exoesqueleto de Panasonic



Fig. 15 b) Ejemplo de GUI para control robótico.



Fig. 15 c) Puede verse al fondo algo del software de control.

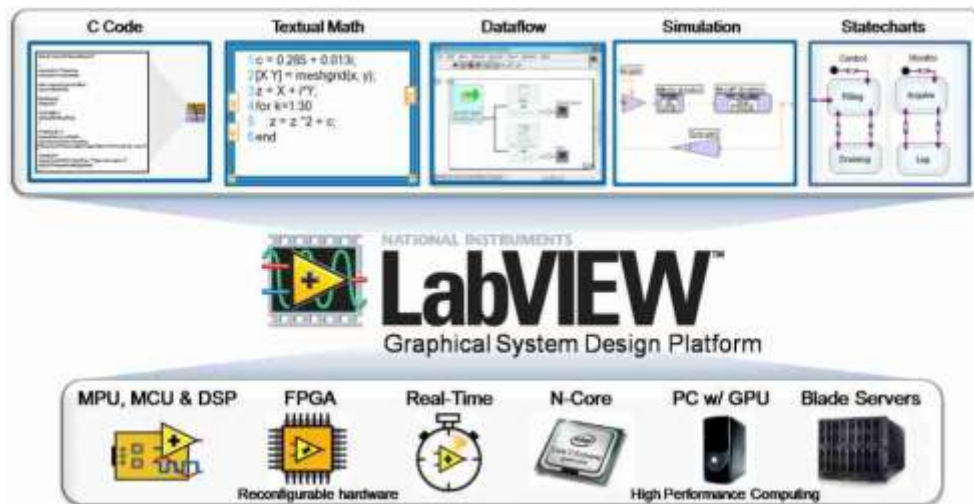


Fig. 16 a) Software LabVIEW usado por ingenieros.



Fig. 16 a) Software MatLab muy potente y con muchas aplicaciones.

El Diseño

La elección de los colores fue basándome en la paleta encontrada en el Manual de Identidad. La iconografía usa en su mayoría estándar en cuanto a significado pero adaptado al estilo visual de diseño plano, algunos con estilo de la AIGA.

Lenguaje técnico propio de los especialistas o usuarios que operarán el sistema, tipografía utilizada, la Raavi, es simple, legible, agradable visualmente y formalmente, moderna, poco usada. (Fig.17)

A B C D E F G H I J K L M N Ñ O P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n ñ o p q r s t u v w x y z

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 & ¿? ¡!

Fig. 17. Raavi.

La GUI del E2RMS.

La GUI es simple, sin mucha carga visual, de colores planos, no tan luminosos para no provocar molestias. Al igual que el software del Angiodín, un paso sucede al otro y siempre podrá regresar o navegar por todo lo creado durante el estudio del paciente.

Comienza con la autenticación del usuario según el rol, que puede ser el Administrador del sistema o el Especialista que va a trabajar con un paciente. Cabe decir que según los requisitos, un mismo usuario puede desempeñar los dos roles. (Fig.18)

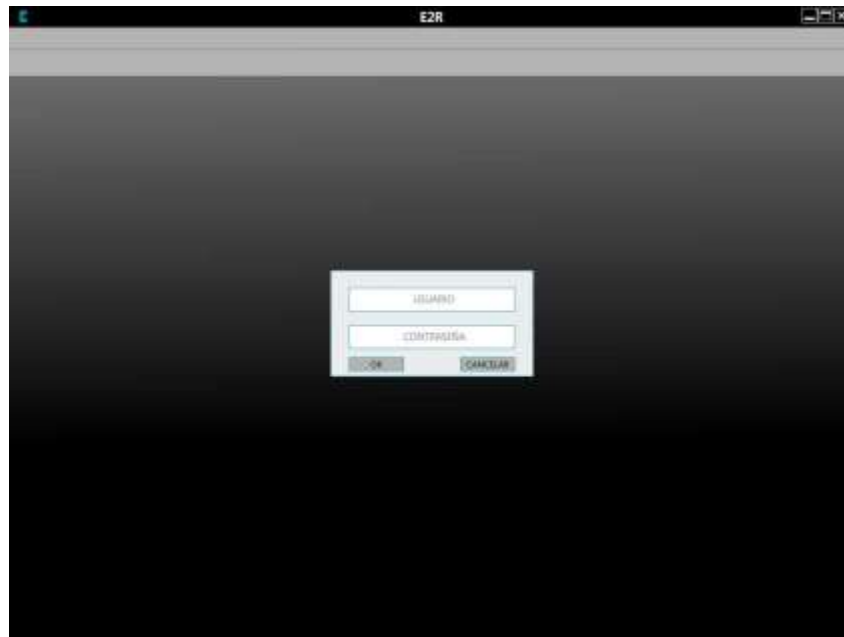


Fig. 18) Pantalla de autenticación.

Todo lo que sigue a continuación, como antes se mencionó, es bastante simple. Según el rol será la sesión abierta con respectiva GUI y opciones a realizar. (Fig. 19)



Fig. 19) Entrada al sistema de un Especialista realizada por el Administrador.

Los roles son diferentes por la obvia razón de las tareas que realizan y el nivel de seguridad del sistema es necesario debido a que los datos que maneja el mismo es muy importante, y cualquier mala manipulación ya sea accidental o intencional traería consecuencias negativas, sobre todo para el paciente a tratar.

A continuación se muestran algunas de las pantallas principales del sistema. (Fig.20, 21 y 22).



Fig. 20) Entrada de los datos del paciente al sistema realizado por el Especialista.

#	Nº Historia Clínica	Nombre	Apellidos	Edad	Sexo	Provincia
1	123456789101234567	Emergido Remigio	Hernández De la Concepción	00	M	Santiago de Cuba
2	123456789101234567	Emergido Remigio	Hernández De la Concepción	00	M	Santiago de Cuba
3	123456789101234567	Emergido Remigio	Hernández De la Concepción	00	M	Santiago de Cuba
4	123456789101234567	Emergido Remigio	Hernández De la Concepción	00	M	Santiago de Cuba
5	123456789101234567	Emergido Remigio	Hernández De la Concepción	00	M	Santiago de Cuba
6	123456789101234567	Emergido Remigio	Hernández De la Concepción	00	M	Santiago de Cuba
7	123456789101234567	Emergido Remigio	Hernández De la Concepción	00	M	Santiago de Cuba
8	123456789101234567	Emergido Remigio	Hernández De la Concepción	00	M	Santiago de Cuba

Fig. 21) Listado de pacientes, con la posibilidad de activar o desactivar sin borrarlo de la base de datos para estudios posteriores.

Fig. 22) Configuración del estudio, creación de las sesiones que contiene una o varias rutinas de ejercicios para la rehabilitación, con la opción de ver un video que muestre el movimiento seleccionado a modo de comprobación. Visualización de datos guardados previamente en el sistema.

Herramientas

Las que normalmente se utiliza en este tipo de trabajo son: Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, CorelDraw. Hay una tendencia a usar software libre de base Linux, como el Gimp o el Inkspace, ya que el uso de software de licencia podría dificultar la comercialización del sistema en términos legales; esto debido al embargo económico y restricciones de uso, llevando a usar a la mayoría de los profesionales cubanos, los software pirata o como se dice popularmente: *craqueado*.

Conclusiones

Tengo que decir que aunque la experiencia ha sido muy positiva, no todo ha sido perfecto. Siempre hay detractores, siempre hay quién menosprecia o subvalora la actividad del diseño gráfico, que lo resume en frases como: "eso es tres rayitas, dos foticos y ya". Algunos con el tiempo se han dado cuenta que no es así; otros han sido más perceptivos y se acercan, preguntan, investigan. Pero no es la forma de llegar a masificar una cultura del diseño en el ámbito que sea, no debemos los diseñadores, dejar que "se den cuenta", tenemos que demostrar, respetuosamente, humildemente, con la aplicación del conocimiento y la experiencia en el momento exacto la validez y la importancia de nuestra profesión.

Bibliografía

- Embedded 4.3" TFT-display 480x272 built-in intelligence.
- EA eDIPTFT43-A compiler manual.
- Manual de Usuario. Angiodín PD 3000.
- Congreso Latinoamericano De Ingeniería Biomédica. MAZATLAN 98.
- PIC16C7X. Data Sheet. 8-Bit CMOS Microcontrollers with A/D Converter.
- PIC18FXX2.Data Sheet High Performance, Enhanced FLASH Microcontrollers with 10-Bit A/D.
- Empleo del PIC 16C74 en el control digital del pletismógrafo ANGIODIN® PD 3000. O. Ferrer, A. Pascau, M. Cuadra, A. Corzo, D. Hernández, JC. García, A. Aldama. Centro de Biofísica Médica, UO.
- Sistema de control de movimiento para prótesis de mano. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero mecatrónico Autor: Willington Jaime Arcos Legarda, Universidad de Pamplona, Facultad de ingenierías y arquitectura, Programa de ingeniería mecatrónica Pamplona, Colombia, Mayo de 2005.
- An Asynchronous Java Interface to MATLAB. A. Naderlinger, Josef Templ, S. Resmerita, W. Pree, Technical Report, February 18, 2011.
- Facultad De Ingeniería Eléctrica, Dpto. de Biomédica. Trabajo de Diploma, Título: "Exoesqueleto para rehabilitación de miembros superiores." Tesis en opción al título de Ing. en Biomédica. Autor: Ramón Francisco Ramos Suárez. Tutor: Ing. Alfredo Pino Escalona. Dr. Roberto Sagaró Zamora. Santiago De Cuba, 2012.
- Tesis en opción al título de Ingeniero en Control Automático. Interface de control con técnicas de bio-retroalimentación para exoesqueleto de rehabilitación motora de miembro superior. Autor: Israel Zamora Rodríguez. Tutores: Dr.C. Alberto López Delis, MSc Denis Delisle Rodríguez.