

Informe anual de beca

Algoritmos de Procesamiento de Imágenes para Tomógrafo por Emisión de Positrones

PABLO SLAVKIN

Beca Tipo A-1 Número 232

Período Enero 2016- Febrero 2016

Director Ing. Claudio Verratro

Comisión Nacional de Energía Atómica, CNEA

5 de agosto de 2016

Resumen

En el marco del desarrollo de un tomógrafo PET que ya se encuentra en la etapa de pruebas preliminares y ya con la organización del proyecto, los mecanismos de documentación y almacenamiento de la información bien establecidos se expondrán algunas de las realizadas durante un breve periodo del 2016. Se puso a prueba y operación activa el desarrollo de un software de adquisición y análisis rápido de las tramas obtenidas desde los cabezales, se participó activamente en la codificación VHDL del procesador de coincidencias y automatización de adquisición y movimiento sincrónico de la mesa de coordenadas. Se concluye el trabajo documentando la labor realizada para poder ser aprovechada por el resto del grupo.

Índice

1. CUIPET Adquisición y procesamiento rápido de LORS	3
2. Encoder óptico	6
3. Cursos y seminarios	7
3.1. Técnicas Avanzadas de Diseño Digital	7
4. Conclusión y Resumen 2015-2016	8

Índice de figuras

1. CUIPET V2.0	3
2. Multicanal	3
3. Almohadón	4
4. Reporte	4
5. Camilla y USB	5
6. Diferentes Layouts configurables	5
8. Detalle del detector óptico y las ranuras	6
7. Vista frontal de rueda óptica	6
9. Detalle del detector óptico y las ranuras	7
10. Algunas capturas de las practicas realizadas	8
11. Resumen de tareas	9

1. CUIPET Adquisición y procesamiento rápido de LORS

La información generada por cada uno de los 6 cabezales que componen el PET es concentrada y analizada en una placa llamada 'coincidencias' en donde entre otras misiones esta la de analizar la información temporalmente y encontrar las parejas de impactos en los cabezales que podrían representar una LOR válida. Esta información se envía a una PC a través de una interfaz USB HS, para la cual en el período anterior se han elaborado, probado y validado los drivers y scripts. Gracias a dicho trabajo se contó con el conocimiento y experiencia para elaborar un software mas homogéneo de adquisición con una simple interfaz de usuario (figura 1) en el cual se permite hacer la adquisición de la información desde la placa de coincidencias al tiempo que se realizan procesamientos útiles en tiempo real como ser:

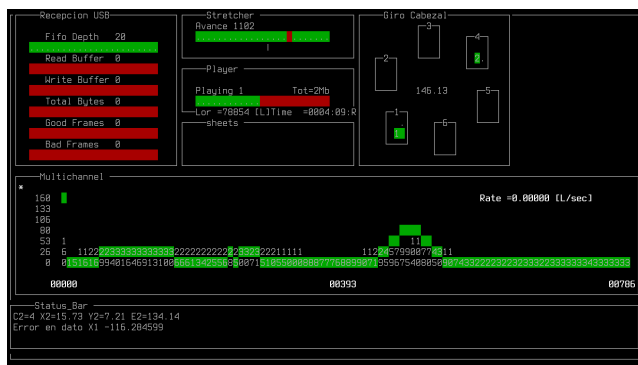


Figura 1: CUIPET V2.0

1. Gráfico de Canales

Se traza una curva como la que se muestra en la figura 2 en donde el eje horizontal representa las energías y el vertical el numero de LORS, permitiendo rápidamente verificar si las energías recibidas están dentro del rango esperado, sin necesidad de post procesar la información para hacer el estudio. Además se muestra la cantidad de LORS total, parcial por canal, tasa de arribos, tiempo desde el inicio del estudio, y permite realizar zoom y desplazamientos de la curva para ampliar la información de interés, filtrado por energías mayores y menores que un determinado nivel, y auto escalar la curva.

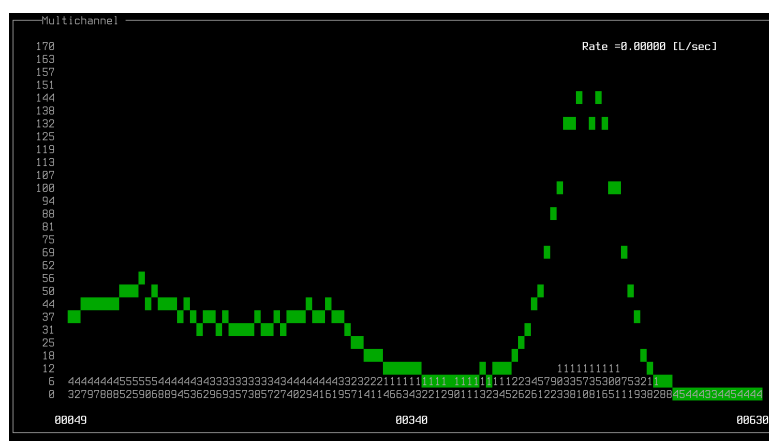


Figura 2: Multicanal

2. Almohadón

En este modo el software muestra la densidad de impactos en la superficie del cabezal mediante diferentes tonalidades, mostrando en rojo las zonas mas densas y en verde las menos densas, permitiendo cambiar el tamaño del rectángulo que representa el cabezal. Se puede ubicar los 6 cabezales alineados para analizar las diferencias en una misma pantalla.

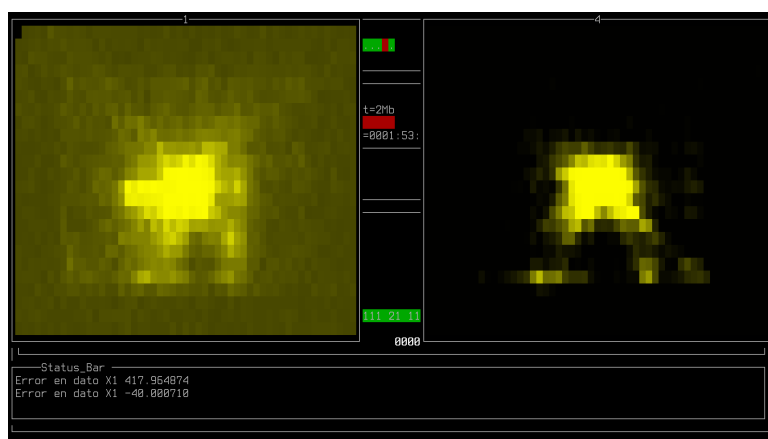


Figura 3: Almohadón

3. Reporte trama por trama

En uno de las pantallas se puede optar por mostrar la información numérica de cada trama individual, mostrando los datos de la energía, cabezal, tiempos y demás información cruda para una análisis minucioso

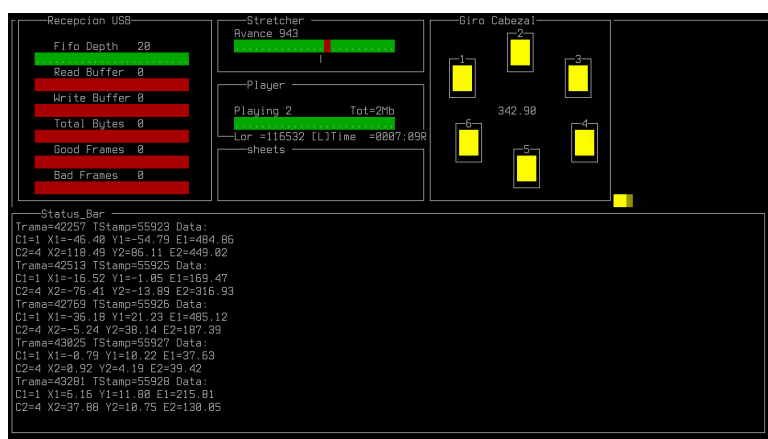


Figura 4: Reporte

4. Posición de camilla

Una de las pantallas muestra información de la posición de la camilla en milímetros para conocer su ubicación, figura 5.

5. Comunicación USB

Se cuenta con una interfaz que permite operar la conexión USB completamente, pudiendo elegir el nombre del archivo de salida o automáticamente lo selecciona según la fecha y hora, muestra ademas la tasa de adquisición, el estado de la RAM y el acceso al disco indicando la holgura del sistema para poder procesar la tasa de datos que esta ingresando, figura 5.

6. Sincronización con mesa de coordenadas

Se agrego recientemente una nueva pantalla en la cual se permite automatizar una secuencia de capturas durante determinado tiempo sincronizando los puntos de captura con la mesa de coordenadas, todo de manera automatizada y parametrizada. Esta automatización acelerará los tiempos de caracterización de los cabezales tanto para calibración como para entrenamiento de algoritmos.

7. Layouts

El software permite customizar diferentes layouts y almacenarlos en disco para su posterior uso, permitiendo así customizar la visualización de acuerdo al trabajo a realizar, figura 10.

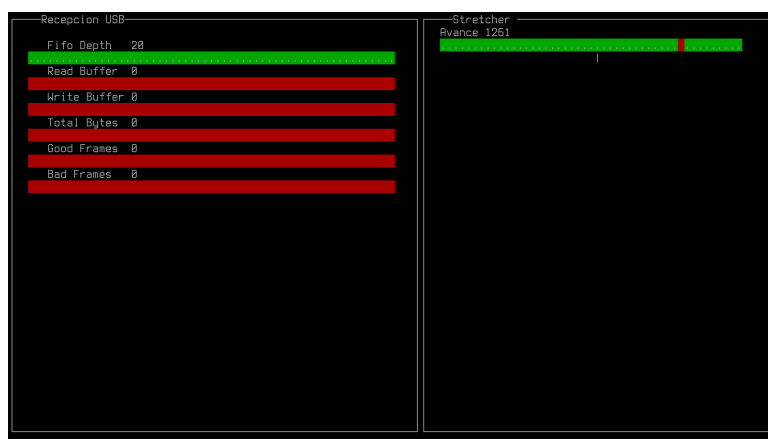
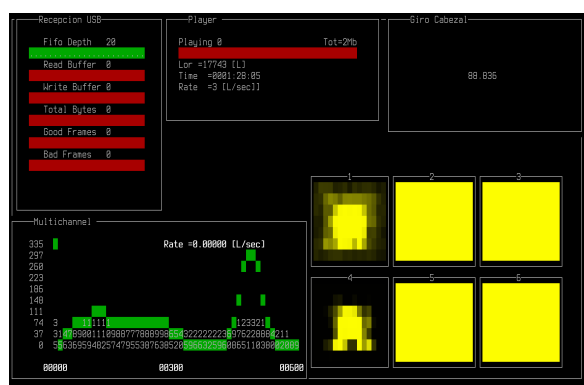
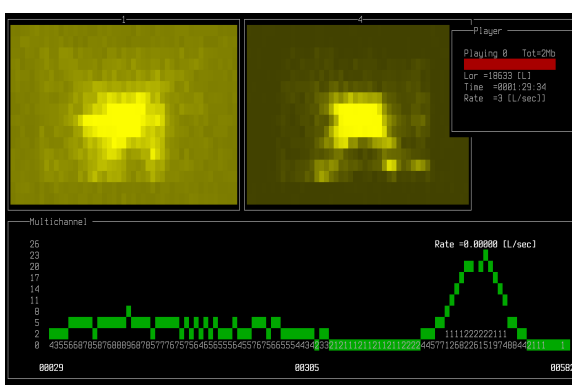


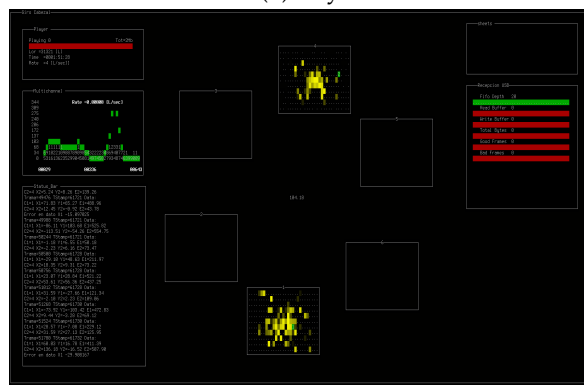
Figura 5: Camilla y USB



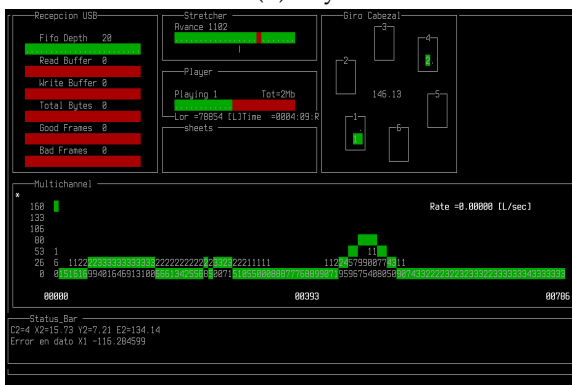
(a) Layout 1



(b) Layout 2



(c) Layout 3



(d) Layout 4

Figura 6: Diferentes Layouts configurables

Estas son algunas de las cualidades que se han implementado y que están siendo de utilidad tanto para adquirir la información como para la detección temprana de anomalías o posibles mejoras en el uso del equipo.

Si bien la grafica del software es rústica y sin un alto nivel de detalle, el hecho de correr sin necesidad de una interfaz gráfica lo hace ideal para la adquisición remota desde cualquier PC y sistema operativo minimizando el uso de recursos tanto en la PC interna al PET como en el host, utilizando un mínimo de ancho de banda, pero al mismo tiempo ofreciendo la información útil de la adquisición

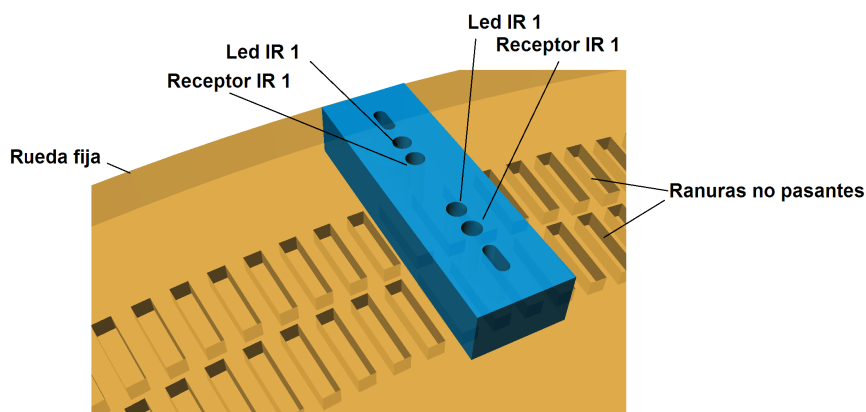


Figura 8: Detalle del detector óptico y las ranuras

2. Encoder óptico

Una característica única que distingue a este PET es la posibilidad de giro de todos los cabezales en torno al paciente. Esta cualidad ofrece muchas posibilidades en cuanto a la mejora en la calidad de los resultados.

Es por eso que además de procesar la energía y posición de los impactos en los cabezales, es necesario conocer el ángulo de rotación del equipo para cada impacto. Se han estudiado y discutido diferentes configuraciones de encoders intentando por un lado tener el máximo de precisión pero al mismo tiempo manteniendo una simpleza mecánica y robustez electrónica para su implementación.

Se han estudiado opciones magnéticas, inalámbricas y ópticas, entre otras, optando finalmente por una solución óptica, figura 7, la cual se comenzó a diseñar.

Consiste en un sistema formado por una rueda ranurada solidaria al armazón del PET y 2 detectores infrarrojos reflectivos solidarios a los cabezales.

Las ranuras en la rueda se disponen en 2 anillos contiguos con 360 ranuras cada una, de manera intercalada, cada anillo será sensado por uno de los detectores y de esta manera por cada giro de 360 grados se recibirán 720 pulsos en 2 señales independientes obteniendo una precisión de $1/2$ grado. Se decide resolverlo con 2 anillos y no uno de 720 ranuras para mantener un espacio entre ranuras lo suficientemente amplio para que sea suficiente el tiempo de respuesta de los detectores y los flancos de las señales sean bien conformados y detectados por las fpga'. Se realizó el diseño 3d en un software CAD en escala real de todo el sistema y se generaron los archivos de máquina gcode para enviar a fabricar. Se pasaron los archivos a ingeniería mecánica para que se integre en el diseño general del PET. Se detallan también varias opciones de empresas y presupuestos para la ejecución.

En cuanto a los detectores infrarrojos se decide fabricarlos de manera discreta y no usando sensores de mercado para tener la flexibilidad mecánica y electrónica que permita optimizar los resultados y manejar cualquier imprevisto durante la implementación, figura 9.

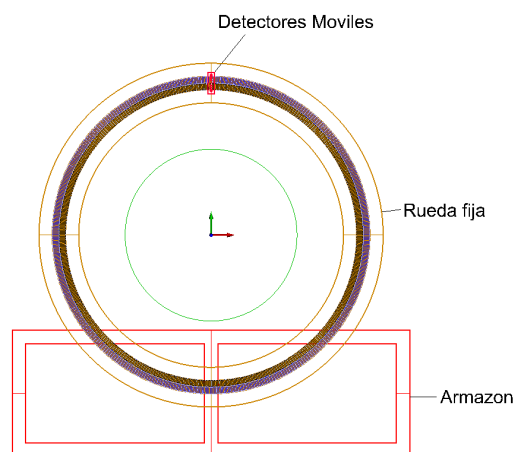


Figura 7: Vista frontal de rueda óptica

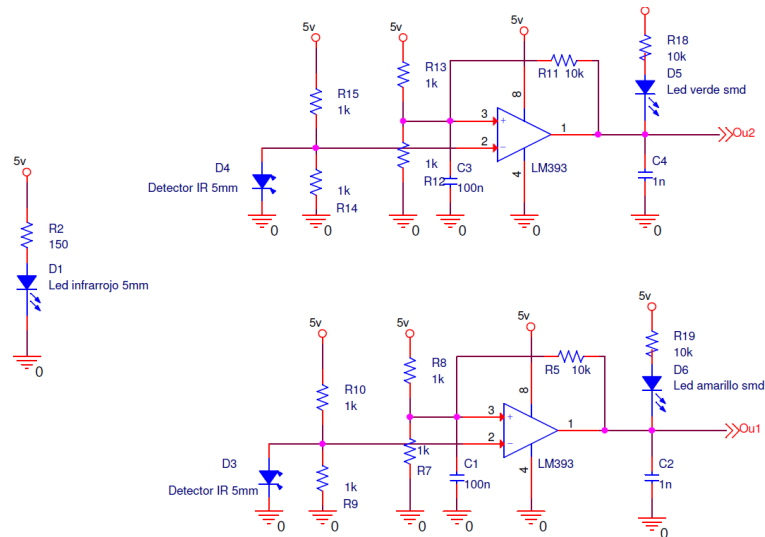
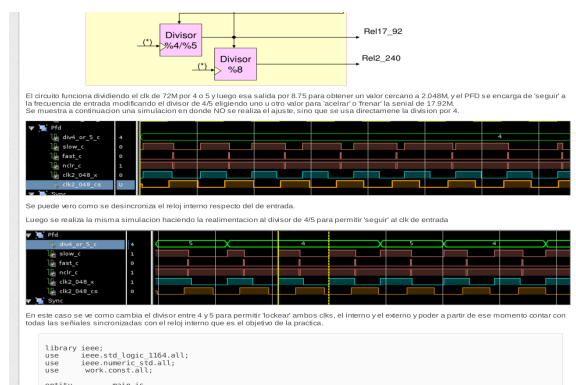


Figura 9: Detalle del detector óptico y las ranuras

3. Cursos y seminarios

3.1. Técnicas Avanzadas de Diseño Digital

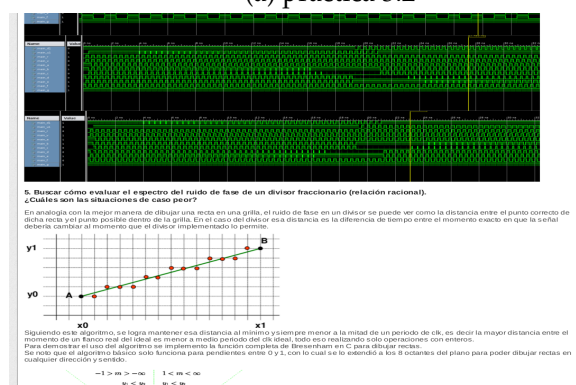
Se continua con el curso ‘Técnicas Avanzadas de Diseño Digital 2015’ a cargo del Ing. Guillermo Jaquenod en el marco de la carrera de doctorado de la UNICEN, y con posibilidad de obtener créditos para el doctorado en curso en la UTN. Se trata de un curso virtual de 1hora semanal pero muy intensivo en las prácticas a presentar. Si bien las clases ya fueron completadas, se continuó con las prácticas que son muy extensas y requieren de bastante dedicación, pero resaltan los fundamentos de las técnicas digitales y obligan al cuestionamiento y oportunidades de mejora de muchos de los códigos del PET que se vienen usando. Todo el material del curso así como las prácticas pueden ser consultadas por el resto del grupo en la wiki del Redmine



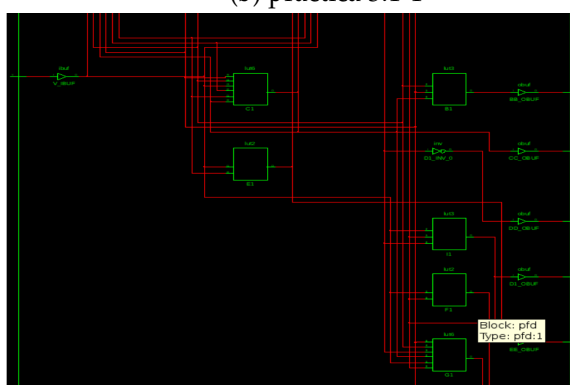
(a) practica 3.2



(b) practica 3.1-1



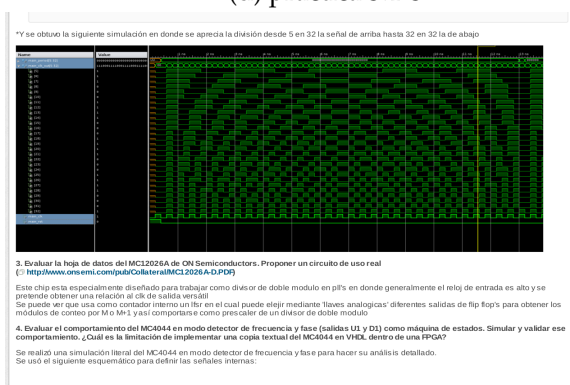
(c) practica 3.1-2



(d) practica 3.1-3



(e) practica 3.1-4



(f) practica 3.1-5

Figura 10: Algunas capturas de las practicas realizadas

4. Conclusión y Resumen 2015-2016

Debido a cuestiones fortuitas y personales, he decidido mudarme de localidad impidiéndome continuar con el trabajo. Se ha puesto énfasis en la documentación tanto física como verbalmente de todos los trabajos realizados para que puedan ser continuados y/o aprovechados por el resto del grupo. A continuación un resumen gráfico de las tareas realizadas durante el período activo como para poder detectar las virtudes, falencias y resultados del trabajo realizado, figura 11.

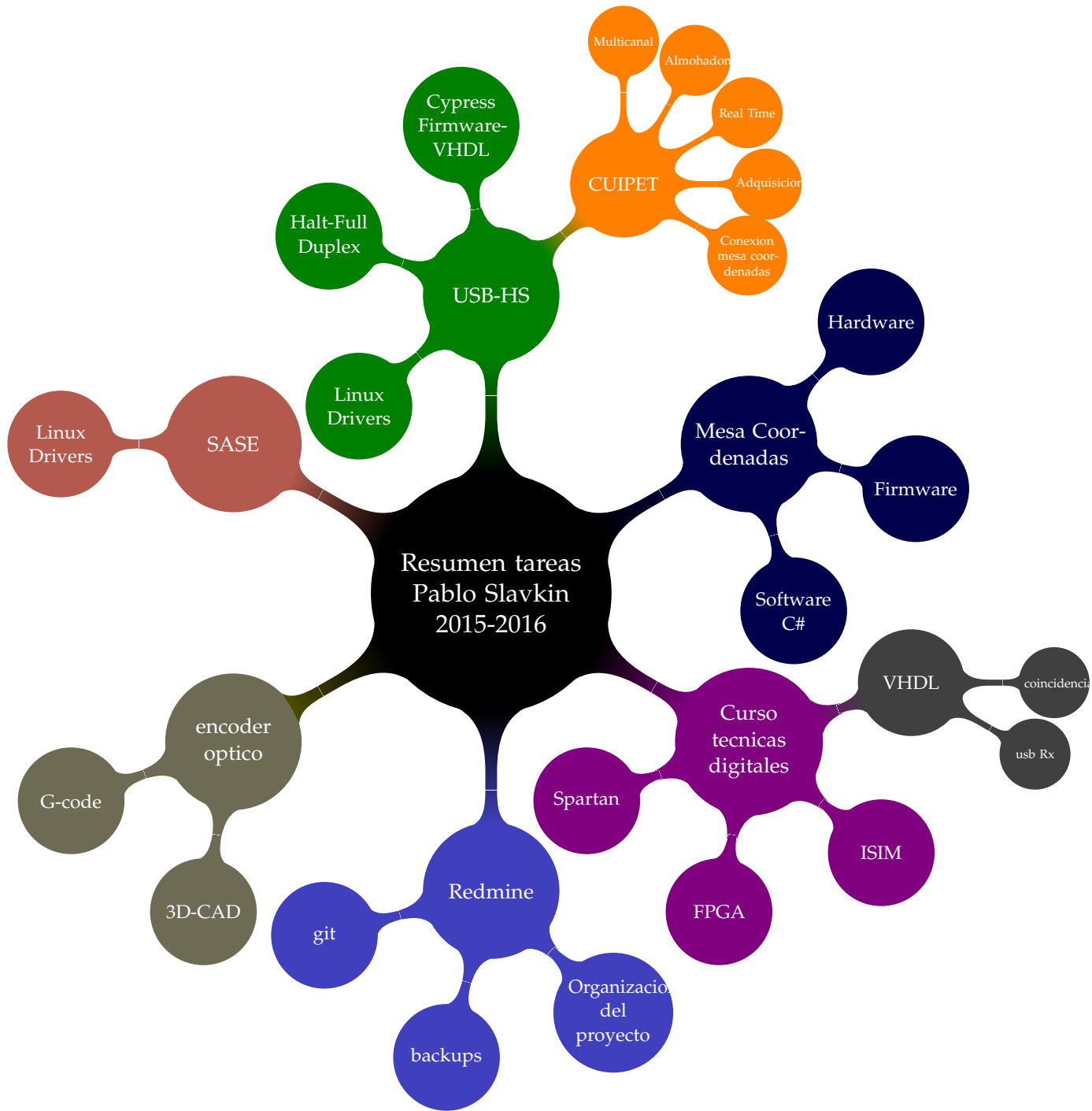


Figura 11: Resumen de tareas