

El “*MatLab* alambrado”: tiempos del computador análogo en la Ingeniería¹

The “*MatLab wired*”: Analog Computer Times in Engineering

Entre los cables, el alambrado y los suiches del computador análogo, la *Revista de Ingeniería* recuerda, a partir de varios de los protagonistas que resolvieron las ecuaciones diferenciales con el “*MatLab*” del momento, la historia del primer computador del laboratorio de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería.

En 1964, cuando se puso en marcha el programa de expansión de la Facultad de Ingeniería, se propuso la compra de “sólo una suficiente pero mínima cantidad de equipos e instalaciones necesarias para adecuar la formación en los campos de eléctrica, civil, mecánica e ingeniería industrial” (Universidad de los Andes, 1973). Tal equipamiento e instalaciones serían usados conjuntamente por las cuatro disciplinas (Universidad de los Andes, 1973). Dentro de estos equipos, se consideró fundamental la adquisición de un computador analógico, último desarrollo tecnológico del momento, para resolver los complejos modelos matemáticos y representar los fenómenos de la física.

Fue así como llegó a la universidad el primer computador análogo TR-48 marca EIA 680 Scientific Computing System, fabricado por la Electronic Associates, Inc de New Jersey. El costo del computador fue de US \$ 49.000 y su compra fue financiada por la Fundación Ford y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), quienes respaldaron la iniciativa de expansión de la Facultad. Este equipo sería una herramienta fundamental para estudiantes y profesores en el área del modelamiento de sistemas lineales, cuya materia de estudio era obligatoria para todas las disciplinas de Ingeniería en la Universidad de los Andes.

El modelo TR-48 fue un computador que rompió con los paradigmas de diseño computacional a mediados de los años sesentas y tuvo un papel relevante en proyectos científicos de la NASA con el desarrollo de sondas espaciales y satélites (Computer History Museum, 2013). La utilización del computador en la Universidad estuvo centrada en la resolución de ecuaciones diferenciales de cualquier orden: lineales o no lineales, que definían un fenómeno. Se conectaban los cables, se ponían las resistencias a los amplificadores operacionales y salían las respuestas analógicas.

Con la llegada del computador análogo a la Universidad, se cubrió una necesidad en el ámbito de la ingeniería: resolver todas las variables y fenómenos que aparecían en las redes de potencia en estado transitorio. Fueron varias las generaciones de ingenieros que durante sus estudios trabajaron con el computador análogo para crear simulaciones y resolver las ecuaciones diferenciales de distintas ramas de la Ingeniería. Germán Cavelier, egresado de Ingeniería Eléctrica y José Alberto Pérez Toro graduado de Ingeniería Industrial, nos recuerdan el valor que tuvo esta herramienta en la Facultad en la década de los setenta. Asimismo, el profesor Eugenio Betancur nos cuenta desde la perspectiva de la docencia el alcance que tuvo esta herramienta en la Universidad.

Para Cavelier “el computador analógico fue una revelación porque era fascinante que hubiera una manera de simular, combinar y resolver ecuaciones diferenciales”. Este interés lo llevó a hacer su tesis de grado sobre las oscilaciones del



Foto 1 Computador análogo TR-48. Laboratorio

de Ingeniería Electrónica. Edificio W.

Fuente. Oficina de Administración Documental,

Universidad de los Andes.

¹ La memoria fue escrita por Ana Luisa González Pinzón a partir de las entrevistas realizadas a Eugenio Betancur, Germán Cavelier y José Alberto Pérez Toro.

corazón que estudió con simulaciones el impulso nervioso –la corriente que se produce en las neuronas–. Cavelier recuerda que decidió usar el computador análogo para hacer la simulación, y en sus palabras nos cuenta: “yo quería hacer muchas simulaciones con cambios simultáneos de varios parámetros y eso era muy tedioso en el computador digital”. Su investigación de pregrado no solamente quedó en los archivos de la Biblioteca sino que la retomó siguiendo el modelo con ecuaciones diferenciales en el Instituto de Tecnología de California, Caltech, en Pasadena: “posteriormente refiné el proyecto durante mi estadía de investigación en Caltech (1992-1993), con ayuda financiera de Colciencias y de la Universidad de los Andes, cuyo resultado fue publicado en la revista *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*²” sostiene Cavelier.

Por otro lado, José Alberto Pérez Toro, egresado de Ingeniería Industrial elaboró una tesis del estudio de los modelos económicos que tuvieran analogía con la teoría de control y así simular uno de ellos para el caso real colombiano. Dicha investigación del modelo económico se simuló en el computador análogo para establecer varios cambios en las variables y parámetros (Pérez, 92). Lo inquietante de la tesis del ingeniero Pérez Toro fue su interés en estudiar modelos económicos aplicados a la economía colombiana. Su motor en este caso fueron las clases de macroeconomía y teoría del crecimiento que tomó en el Departamento de Economía. Él recuerda que era más fácil para un ingeniero aplicar modelos de la física y extrapolarlos a modelos de la economía. Fue así que el computador análogo fue un ingrediente clave para su investigación porque en este se podían hacer simulaciones y resolver ecuaciones diferenciales de primer, segundo y tercer grado.

Eugenio Betancur, docente de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) de Medellín, quién fue profesor visitante de la Universidad de los Andes en la Facultad de Ingeniería Eléctrica, recuerda que “Los estudiantes mostraron mucho entusiasmo con esta máquina porque era muy compacta, reproducía la topología de los fenómenos, interpretaba las ecuaciones diferenciales y daba respuestas inmediatas. Cada estudiante tenía su panel y una placa metálica con alambres que es el equivalente a usar las tarjetas perforadas con el computador digital”.

El computador análogo pronto pasó a ser una máquina híbrida: “Se le agregó un controlador digital de interrupción automática a partir de una matriz de interruptores de la Graham Bell. Fue así que los estudiantes lo llamaron el computador híbrido” asegura Eugenio Betancur.

Desde la mirada de estos tres ingenieros el computador análogo fue una muestra del potencial de esta herramienta en campos como la bioingeniería, la ingeniería industrial,

eléctrica y electrónica. Incluso hoy en día el computador análogo frente a los modelos digitales no tiene rival en la simulación de ciertos escenarios, señala Germán Cavelier: “El computador análogo lo utiliza la NASA para las naves espaciales porque produce soluciones inmediatas. Lo usan para complementar el computador digital. Asimismo, la biología sintética requiere este tipo de soluciones: es un mundo análogo”, agrega.

La fiebre de la computación analógica se fue apagando con la llegada de la revolución de la microelectrónica que permitió la “popularización” de los computadores digitales que, con su tamaño, potencia y memoria, desplazaron a los computadores análogos. De esta manera el EAI- TR 48 pasó a ser una de pieza de museo en un rincón de los laboratorios de Ingeniería Eléctrica.

A finales de la década de los ochenta la Universidad de los Andes le donó el computador análogo a la UPB. Klauss Meier, el director del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en ese momento, y Álvaro Torres profesor del mismo departamento, le sugirieron a Eugenio Betancur donar el computador analógico a la UPB de Medellín. Se hicieron los trámites y el profesor Betancur hizo el trasteo del computador. Con la donación del computador analógico, la Universidad de los Andes entró en la era y explotación del computador digital. “En ese momento Allain Gauthier, estaba usando Stella, un software para simular ecuaciones diferenciales en el computador digital”, sostiene Germán Cavelier.

En la UPB de Medellín el computador analógico aportó una fuente de investigación y con él se hicieron varias tesis para la solución de problemas de control de generadores y de redes eléctricas. Eugenio Betancur recuerda “una tesis de control que consistía en diseñar el control de frecuencias y el control de voltaje del diseño de las plantas de Guadalupe 4 para Empresas Públicas de Medellín”.

El mundo análogo quedó en las postrimerías del siglo pasado y poco a poco lo digital remplazó la tecnología analógica. “El computador finalmente terminó en un museo del laboratorio de la UPB y unos estudiantes lo desarmaron para estudiar sus componentes”, agrega el profesor Betancur.

Hoy con la disponibilidad de computadores digitales, estos se han convertido en los artefactos para el modelamiento de problemas de ingeniería utilizando herramientas de software como el *MatLab* o *Mathematica*, lo que ha hecho que nos olvidemos casi por completo de los computadores analógicos. Sin embargo, en la década de los años sesentas, cuando el uso de los computadores digitales era un lujo con grandes limitaciones de tiempo y memoria para problemas complejos, el uso de computadores analógicos era una forma de alta tecnología para solucionar modelos basados en ecuaciones diferenciales.

² Cavelier, G. (1996). Possible role of surface electrochemical electron-transfer and semiconductor charge transport processes in ion channel function”. *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*, 40(2), 197-213 DOI: 10.1016/0302-4598(95)01894-8

REFERENCIAS

- Computer History Museum. (2013). *Selling the Computer Revolution*. Recuperado de: <http://www.computerhistory.org/brochures/companies.php?alpha=d&company=com-42b9d80c49332#>
- “Entrevista con Eugenio Betancur”. Junio de 2013. Archivo *Revista de Ingeniería*.
- “Entrevista con Germán Cavelier”. Junio de 2013. Archivo *Revista de Ingeniería*.
- “Entrevista con José Alberto Pérez Toro”. Julio de 2013. Archivo *Revista de Ingeniería*.
- Universidad de los Andes. (1973). Ford Foundation Grant No. 65-307, final Report FI 73-010. Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería.
- Pérez, Toro. J. A. (1971). *Estudio sobre la aplicación de la teoría del control en el campo de la planeación económica*. (Tesis de pregrado). Universidad de los Andes, Bogotá.