

Guía de instalación del generador de eventos GENIE.

C. López-Lima^{1*}, U. Suarez Gil¹, D. Mendoza Alba¹, I. Becerra Torres¹
Dionisio Tun¹, R. Juárez-Wysozka¹, J. Avedaño-López¹, J. Escamilla-Roa², J. García-Ravelo¹.

¹ Departamento de Física, ESFM-IPN, Ciudad de México, México.

² Academia de Ciencias Básicas, Carretera Pachuca - Actopan Kilómetro 1+500, Hidalgo.
Teléfono (55) 5729-6000 Ext. 55017 Fax (55) 5729-55015 E-mail: clopezli@ipn.mx

Resumen — Se describe el procedimiento de instalación del generador de eventos de GENIE para interacciones de neutrinos. Para generar los eventos, se describe el procedimiento para instalar el software GENIE sobre la plataforma de Ubuntu 18.04. Considerando que, se parte con una computadora con sistema operativo Windows 10, se especifica el software que hay que compilar y las librerías a generar para instalar GENIE utilizando instrucciones a nivel de terminal. Posteriormente, en un trabajo se generaran los eventos de neutrinos que inciden sobre un núcleo.

Palabras Clave – interacción de neutrino, generador de eventos Monte Carlo, GENIE

Abstract — The installation procedure for the GENIE event generator for neutrino interactions is described. To generate the events, the procedure to install the GENIE software on the Ubuntu 18.04 platform is described. Considering that, starting with a computer with a Windows 10 operating system, the software to be compiled and the libraries to be generated to install GENIE are specified using terminal-level instructions. Subsequently, in a work the neutrino events that affect a nucleus will be generated.

Keywords – neutrino interaction, Monte Carlo event generator, GENIE

I.. INTRODUCCIÓN

GENIE es una colaboración de físicos y programadores que desarrollan código montecarlo para la simulación de neutrino-núcleo. Prácticamente, aplicable para cualquier experimento de neutrinos considerando de hace entre 10 [MeV] hasta 10 [TeV]. Hoy en día las simulaciones computacionales son una herramienta indispensable en el haber científico, tal es el caso de la librería GENIE. Para instalar a esta herramienta fue necesario seguir el procedimiento de instalación de Ubuntu 18.04. Después, la instalación de ROOT 6.16.00 desde el código fuente y finalmente la instalación del generador de eventos GENIE.

En particular, en el estudio de oscilaciones de neutrinos la estimaciones de secciones eficaces puede ser obtenida a través de la función `gmkspl`.

En este trabajo, nos enfocamos en la instalación del simulador, ya que no existe manual de usuario accesible para su instalación en el sistema operativo Ubuntu 18.04. De esta manera, los

investigadores y estudiantes de posgrado interesados en el área podrán acceder de manera directa y sin contra tiempos a todas las funciones de GENIE.

II.. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la instalación de Ubuntu 18.04 en un sistema que tiene Windows 10. Primero creamos una partición en el disco duro de Windows 10, reservando espacio para Ubuntu. Luego, descargamos la imagen de Ubuntu 18.04 desde la página (<https://releases.ubuntu.com/18.04/>) y se crea un dispositivo de arranque en una unidad USB.

Para iniciar la instalación desde la unidad USB, se accede a la BIOS de la computadora y configuramos la secuencia de arranque para dar prioridad a la unidad USB. Después, de guardar estos ajustes reiniciamos la computadora e inicia el proceso de instalación de Ubuntu 18.04.

Durante el proceso de instalación de Ubuntu 18.04, aparece una ventana de configuración en la que seleccionamos el idioma, el tipo de teclado y la ubicación de instalación del sistema operativo. A continuación, seleccionamos la partición creada y se espera a que este proceso de configuración e instalación finalice. Finalmente, se reiniciará la computadora.

Es importante señalar que una computadora de escritorio que tiene recursos limitados en memoria RAM y procesador, no se debe crear una máquina virtual en Windows para instalar Ubuntu.

Una vez que Ubuntu esté instalado, es necesario instalar ROOT; software que es la piedra angular de nuestra librería GENIE. Este software requiere ciertas dependencias que pueden obtenerse ejecutando el siguiente comando en la terminal:

```
$ sudo apt-get install dpkg-dev cmake g++ gcc binutils  
libx11-dev libxpm-dev libxft-dev libxext-dev python  
libssl-dev
```

Además, necesitamos descargar la librería de Pythia en la versión 6.4.28 desde (https://github.com/GENIE-MC/Generator/tree/master/src/scripts/build/ext/build_pythia6.sh) y ejecutamos el archivo `.sh`:

```
$ ./build_pythia6.sh
```

Después creamos la variable de entorno PYTHIA6 la cual debe apuntar a la dirección de la carpeta de pythia6 y también agregamos la librería al LD_LIBRARY_PATH:

```
$ export PYTHIA6=/ruta/carpeta/pythia6
$ export LD_LIBRARY_PATH=$PYTHIA6/lib:$LD_LIBRARY_PATH
```

Posteriormente, podemos obtener el archivo .tar desde la página oficial de ROOT (<https://root.cern/install/cc>) y descomprimirlo. Luego, cambiamos al directorio principal de ROOT con los siguientes comandos:

```
$ cd root-6.16.00
$ mkdir build
$ cd build
```

En el directorio de construcción, ejecutamos el siguiente comando para configurar la instalación de ROOT, habilitando Pythia6 y verificamos que se tienen las dependencias necesarias:

```
$ cmake .. -DPYTHIA6='ruta-de-pythia6'
```

Una vez que cmake haya terminado, necesitamos compilar ROOT utilizando el siguiente comando:

```
$ make
```

Finalmente, para completar la instalación, ejecutamos:

```
$ make install
```

Con ROOT instalado, agregamos el directorio binario de ROOT al PATH abriendo el archivo de ejecutables del sistema con los siguientes comandos:

```
$ nano /.bashrc
```

Adentro del archivo .bashrc escribimos:

```
export PATH=$ROOTSYS/bin
```

Con esto, podremos ejecutar el programa ROOT desde cualquier directorio, simplemente escribiendo root en la terminal.

Una vez instalado ROOT, procedemos a la instalación de las paqueterías y bibliotecas. Se instala lhapdf5 se puede descargar de <https://lhapdf.hepforge.org/> y log4cpp de <https://sourceforge.net/projects/log4cpp/>. Esto nos permitirá crear las variables de entorno LHAPDF_INC y LOG4CPP_INC, que deben apuntar a las carpetas include de lhapdf5 y log4cpp, respectivamente. Además, repetimos el proceso para LHAPDF_LIB y LOG4_LIB, que deberán apuntar a las carpetas lib de lhapdf5 y log4cpp, respectivamente. Todo esto dentro del archivo oculto .bashrc:

```
export LHAPDF_INC=/ruta/include/de/LHAPDF
export LHAPDF_LIB=/ruta/lib/LHAPDF
export LOG4CPP_INC=/ruta/include/de/LOG4CPP
export LOG4CPP_LIB=/ruta/lib/de/LOG4CPP
```

A continuación, incluimos las rutas de las bibliotecas de LHAPDF5 y LOG4CPP en la variable de entorno LD_LIBRARY_PATH. Este paso asegura que, al buscar bibliotecas, la computadora comience por las

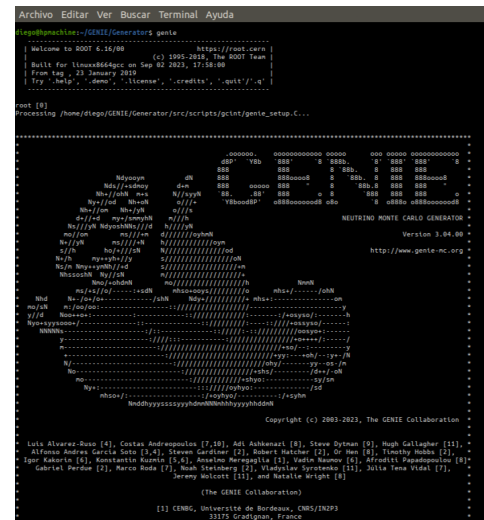


Figura 1: Ejecución del comando genie en la terminal.

rutas especificadas en la variable LD_LIBRARY_PATH:

```
export LD_LIBRARY_PATH=$LHAPDF_LIB:$LD_LIBRARY_PATH
export LD_LIBRARY_PATH=$LOG4CPP_LIB:$LD_LIBRARY_PATH
```

Una vez completado este proceso, dirigimos nuestra atención a la página oficial de GENIE para descargar el código fuente de la versión 3.04.00, desde la página https://github.com/GENIE-MC/Generator/archive/refs/tags/R-3_04_00.zip, que se ubicará en la carpeta Generator. Luego, creamos la variable de entorno GENIE en el archivo .bashrc, asegurándonos de que contenga la ubicación de la carpeta Generator. También es esencial agregar la carpeta lib al LD_LIBRARY_PATH y la carpeta bin al PATH:

```
export GENIE=/ruta/carpeta/Generator
export PATH=$GENIE/bin:$PATH
export LD_LIBRARY_PATH=$GENIE/lib:$LD_LIBRARY_PATH
```

Luego, en la terminal, nos ubicamos en la carpeta Generator y ejecutamos el comando ./configure. Esperamos a que el proceso finalice y posteriormente continuamos con el comando make:

```
$ ./configure
$ make
```

Con estos pasos completados, ya estamos listos para ejecutar el comando genie y comenzar a generar eventos, la Tabla 1 contiene las aplicaciones que se pueden utilizar.

III.. RESULTADOS

El resultado principal es una guía que permite la instalación mínima del generado de eventos GENIE lo cual brinda al usuario la posibilidad de instalarlo en su computadora personal.

En este trabajo se implemento la instalación en 3 equipos diferentes para usuarios sin conocimiento del sistema operativo Ubuntu 18.04 y se muestra en la tabla 2.

Aplicaciones	Usos
genie	Ejecutable principal, ejecuta simulación de interacción de neutrinos.
gevgen	Es una versión simplificada de GENIE que se utiliza para casos simples.
gevpick	Lee una lista de archivos de eventos con una topología determinada y los escribe en un archivo separado.
gmkspl	Crea secciones transversal para un conjunto específico de procesos modelados.
gntpc	Convierte el archivo de eventos nativo GENIE GHEP a una gran cantidad de formatos de texto sin formato, XML o raíz desnuda.
gspladd	Fusiona archivos XML de sección transversal separados en un único archivo XML.
gevdump	Imprime registros de eventos GENIE GHEP.
gevgen_hadron	Genera eventos simulados de interacción de neutrinos que involucran hadrones.
gspl2root	Convierte archivos de salida de GENIE al formato de archivo ROOT.

Tabla 1
Aplicaciones generadas al instalar GENIE.

	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3
Marca	Hp	Lenovo	Hp
Disco duro	SSD	SSD	SSD
Ram	4 Gb	8 Gb	12 Gb
Procesador	Celeron N400	i5-4210U	i7-6500U

Tabla 2
Especificaciones de Hardware.

IV.. DISCUSIÓN

Este trabajo a pesar de su brevedad es la síntesis de un intenso trabajo realizado para alcanzar la mínima instalación necesaria para generar eventos.

Durante el proceso de instalación de GENIE, los autores enfrentamos a varias dificultades en cada uno de los pasos desde compatibilidad con librerías y la compilación del código fuente. Así que se procedió a hacer la instalación de la aplicación en diferentes computadoras como fue indicado en la tabla 2.

La instalación en general se llevó a cabo de manera similar, con algunas especificaciones diferentes (Revisar Tabla 3).

La propuesta de utilizar diferentes especificaciones está relacionada con la verificación de los valores obtenidos a través del mismo tipo de simulación y la posterior comparación entre ellos. En el Equipo 1, se encuentra LHAPDF6, que está compilado en C++, y se compara con

versión	Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3
LHAPDF	LHAPDF6	LHAPDF6	LHAPDF5
ROOT	ROOT 6.16	ROOT 6.14	ROOT 6.16
GENIE	Genie 3.0.4	Genie 3.0.4	Genie 3.0.0

Tabla 3
Diferencias en la instalación de GENIE.

el Equipo 3, que tiene LHAPDF5 compilado en gfortran. Del mismo modo, se realiza una comparativa entre el Equipo 2, que tiene instalado ROOT 6.14.00, y el Equipo 1, que tiene ROOT 6.16.00.

V.. CONCLUSIONES

El presente trabajo es una base y una pequeña guía para la instalación de GENIE, actualmente no hay guías en español y no se cuenta con un manual usuario en el cual se indique el procedimiento para la instalación en el sistema operativo de Ubuntu 18.04.

Aún se siguen haciendo pruebas de auto verificación por medio de las distintas computadoras y se comparan los resultados obtenidos para generar datos fiables en futuros trabajos.

Se necesita seguir haciendo simulaciones con GENIE para generar eventos montecarlo para experimentos de oscilación de neutrinos.

Aunque las simulaciones generadas son por medio de una computadora personal, en un futuro se necesitará ordenadores o super-computadoras para seguir hacer análisis de neutrinos, por lo tanto es necesario generar recursos humanos en esta línea de investigación con las capacidades mínimas para enfrentar problemas con generación de eventos de neutrinos.

Consideramos que este trabajo contribuye para el esclarecimiento de la instalación del generador de eventos de GENIE.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al COFFAA a SIP-IPN proyecto 20231470 y CONAHCyT. C. López-Lima agradece la estancia a la Escuela Superior de Física y Matemáticas para relajar sus estudios de Doctorado.

Referencias

- [1] Team, R. (s. f.). Topical manuals. ROOT. <https://root.cern/topical/>
- [2] Team, R. (s. f.-a). Building ROOT from source. ROOT. https://root.cern/install/build_from_source/
- [3] GENIE Object-Oriented Neutrino Generator. (s. f.). https://hep.ph.liv.ac.uk/costasa/genie/get_started.html
- [4] Genie-Doc-2-V7: GENIE Physics and User Manual. (s. f.). <https://genie-docdb.pp.rl.ac.uk/cgi-bin/ShowDocument?docid=2>