

# **Manual de usuario del software Belief Propagation**

## **Resumen:**

El software Belief Propagation proporciona analizar el algoritmo Belief Propagation de forma visual y detallada. Para ello se basa en la importación de ficheros \*.ldpc generados por el Software LDPC.

La aplicación tiene un claro carácter didáctico y divulgativo, por lo que se ha optado por la claridad en el diseño de la interfaz de usuario.

## Índice

1. Introducción.....	4
2. Instalación.....	4
3. Modo de uso .....	4
4. Importación del fichero.....	4
4.1. Opción Archivo/Abrir .....	5
4.2. Opción Archivo/Salir .....	6
5. Manipulación de vectores .....	6
5.1. Parametros del protocolo.....	6
5.2. Vector X. ....	7
5.3. Vector Recibido .....	7
5.4. Ejecución del algoritmo.....	8
6. Ejecución del Algoritmo Belief Propagation. ....	8

## **1. Introducción**

Esta aplicación permite la ejecución paso a paso del algoritmo Belief Propation utilizado en el protocolo LDPC para el traspaso de información. Para ello, hace uso de distintos parámetros, y entre ellos las matrices H y G, en el software LDPC.

Una vez importado un archivo LDPC, el usuario puede manipular tanto el vector a emitir, como los errores que se producen en la transmisión para posteriormente poder analizar la convergencia o no del algoritmo paso a paso de manera visual.

Esta versión del software, solo admite códigos de hasta 15 bits, para facilitar la visualización del proceso, y no alargar en exceso el tiempo de análisis por parte del usuario.

## **2. Instalación**

Esta aplicación no requiere instalación, solo ser copiada sobre cualquier carpeta y lanzarla mediante un doble clic de ratón.

## **3. Modo de uso**

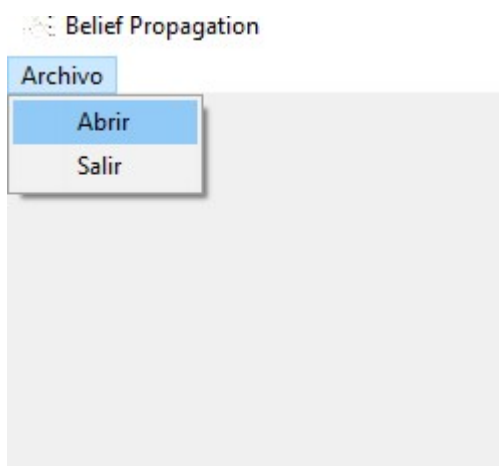
Existen tres fases en la ejecución de la aplicación:

1. Importación del fichero.
2. Manipulación de vectores.
3. Evolución del algoritmo.

A continuación se analiza cada punto anteriormente mencionado.

## **4. Importación del fichero**

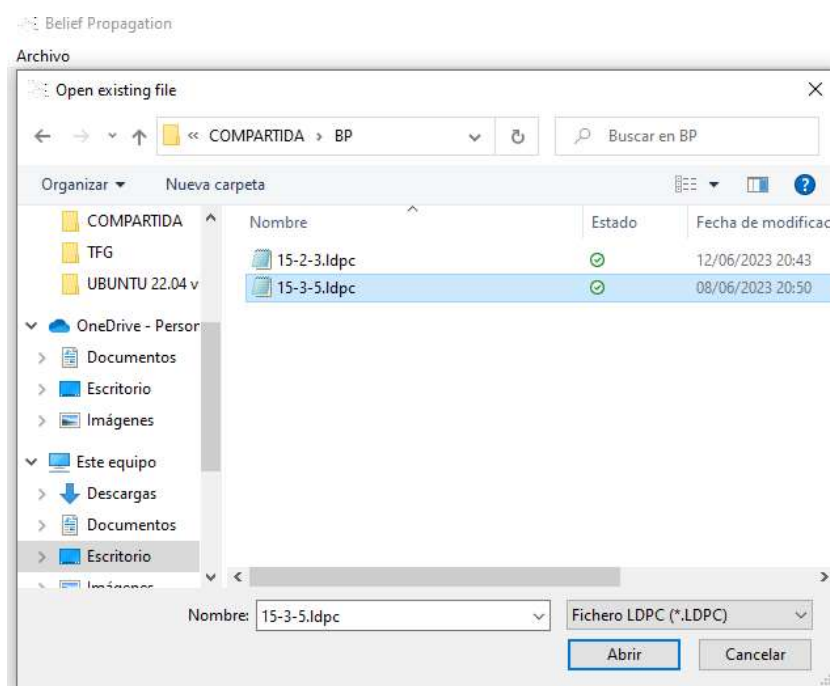
Al iniciar la aplicación el usuario encuentra una pantalla en la que se ofrece un solo menú con dos opciones.



La opción abrir, permite importar un archivo ya generado desde la aplicación LDPC, mostrando un cuadro de diálogo para la selección del fichero

#### 4.1. Opción Archivo/Abrir

Una vez seleccionada la opción Abrir, se muestra un cuadro de diálogo desde donde se permite seleccionar el fichero con el que se desea trabajar.



Al seleccionar un archivo, automáticamente se pasa a la fase de manipulación de vectores.

## 4.2. Opción Archivo/Salir

Sale de la aplicación.

## 5. Manipulación de vectores

En esta pantalla, existen 5 zonas:

1. Parámetros del protocolo
2. Vector X, dato a enviar
3. Vector Recibido, Donde se permite introducir un error en la transmisión
4. Ejecución del algoritmo.

### 5.1. Parametros del protocolo.

La zona de parámetros del protocolo, muestra tanto las matrices H y G como el resto de parámetros del protocolo

Matriz G 15 x 8	Datos del Código	Matriz H 9 x 15
1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 0 1 0 1 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1	Wr (peso por filas) ..... 5 Wc (peso por Columnas) ..... 3 N (Longitud del código) ..... 15 M (Nº de filas de H) ..... 9 K (Longitud del mensaje)..... 8	0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 0 0 1 0 1 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1 0

- WR (número de unos por fila de la matriz) .
- WC (número de unos por columna de la matriz) .
- N longitud del código de la palabra enviada.
- M Número de filas de la matriz verificadora.
- K Número de bits del mensaje.

Esta zona es meramente informativa y no permite manipulación por parte del usuario.

## 5.2. Vector X.

En esta zona se permite al usuario introducir el mensaje a enviar

1	2	3	4	5	6	7	8	<---- Introduzca mensaje a codificar
VECTOR X --> 0 1 1 1 0 0 0 0								
VECTOR Y (X x G)--> 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0								<---- Mensaje Codificado
SÍNDROME --> 0 0 0 0 0 0 0 0								

Se muestran tantos bits como indica el protocolo (en el caso del ejemplo 8) y se permite al usuario cambiar el estado de cada bit de cero (gris) a uno (azul).

Automáticamente, al cambiar el estado de un bit se recalcula el estado de los otros campos

- Se muestra el vector en formato binario.
- Se muestra el vector Y (palabra a enviar) resultado de la multiplicación del vector X por la matriz generadora G.
- Síndrome, resultado de multiplicar X por H, este campo, al no haberse transmitido, y no sufrir errores, siempre muestra una serie de ceros, ya que el síndrome no muestra errores.

## 5.3. Vector Recibido

En esta zona, se permite al usuario simular un error (o varios) en la transmisión del código.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	<---- Introduzca error en bits
VECTOR Y RECIBIDO --> 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0															
SÍNDROME ERROR--> 0 0 0 0 0 0 0 0															

Se muestran tantos bits como los transmitidos, y se marcan con un cuadro rojo, aquellos que difieren del vector Y original. Estos "errores en la transmisión" también se van actualizando de forma automática según el usuario cambia los bits del Vector X.

El usuario puede manipular ese vector haciendo clic con el ratón sobre cada bit pasando de cero (gris) a uno (azul), la marca de error o no error, se actualizará automáticamente.

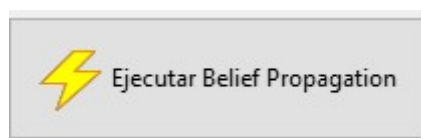
En la pantalla que se muestra a continuación, se provocan dos errores, uno en el bit 12, que debería estar a uno, y otro en el bit 13 que debería de estar a cero

1 2 3 4 5 6 7 8	<---- Introduzca mensaje a codificar
VECTOR X --> 0 1 1 1 0 0 0 0	
VECTOR Y (X x G)--> 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0	
<---- Mensaje Codificado	
SÍNDROME --> 0 0 0 0 0 0 0 0	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	<---- Introduzca error en bits
VECTOR Y RECIBIDO --> 0 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0	
SÍNDROME ERROR--> 1 1 0 0 1 1 0 0 0	

Los tres campos mostrados en esta zona son el vector Y recibido en formato binario, y el síndrome que calculará el receptor al multiplicar H por el vector recibido, que al contener errores, será distinto del vector cero.

#### 5.4. Ejecución del algoritmo.

Una vez realizados todos los cambios, el usuario dispone de un botón para lanzar el algoritmo BP



Al pulsarlo se accede directamente a la pantalla de evolución del algoritmo BP.

### 6. Ejecución del Algoritmo Belief Propagation.

En esta pantalla se puede analizar paso a paso el protocolo Belief Propagation paso a paso. Antes de comenzar la ejecución, se permite al usuario establecer el límite de iteraciones que ejecutará el algoritmo para conseguir converger mediante el campo Límite de Iteraciones.

Una vez que comience la ejecución del algoritmo, ese valor no será modificable.

Al pulsar el botón comenzar, comienza la ejecución del algoritmo, Se observan varias zonas.

- Zona de estado actual. Donde se muestra la iteración que se está ejecutando, la fase que se está ejecutando y la acción concreta dentro de la fase.



### ITERACIÓN 1

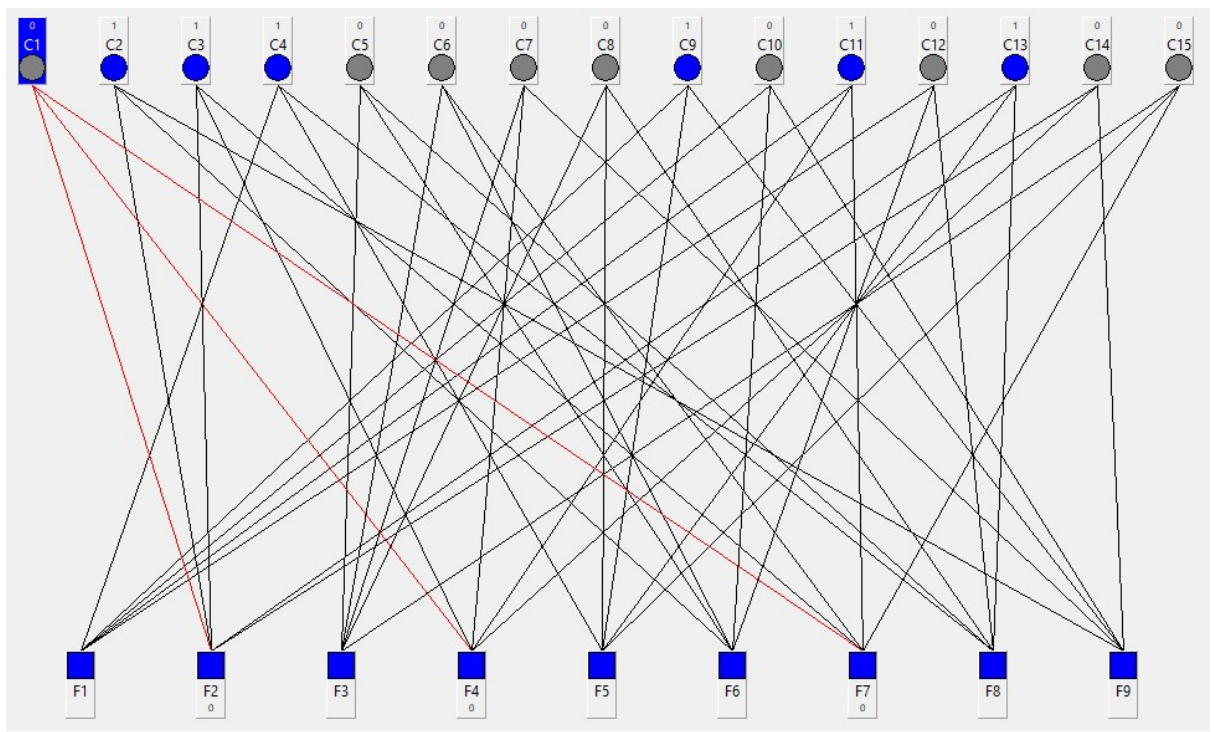
FASE 1. Nodos símbolo envían sus estados a nodos de chequeo

NODO C1 envía 0 a F2 F4 F7

- Histórico. Donde se van insertando todos los asos que se han ido ejecutando.

Se procesa el vector 011100001010100  
 ITERACIÓN 1  
 FASE 1. Nodos símbolo envían sus estados a nodos de chequeo  
 NODO C1 envía 0 a F2 F4 F7

- Grafo de Tanner. Donde se muestra visualmente qué nodo esta activo, y cuales son los arcos que están enviando mensaje en la etapa actual.



Los nodos de símbolo  $C_n$  siempre muestran el estado original del Vector Y recibido para facilitar la visualización al usuario.

En las distintas fases, se va representando cada uno de los componentes que intervienen.

- Fase 1. El nodo  $C_n$  que está enviando y los arcos involucrados. A su vez en los nodos de chequeo de paridad  $F_n$ , se va mostrando los distintos mensajes recibidos.
- Fase 2. Se marca cada nodo de chequeo calculando la paridad de los mensajes recibidos. Se realta en rojo en caso de paridad incorrecta y en verde en caso de paridad correcta.

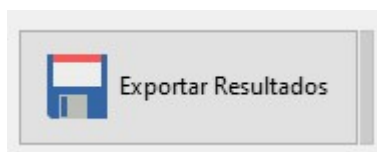
- Fase 3. Se resalta el nodo de chequeo que está enviando, así como el arco que está usando para enviar el mensaje al Nodo de símbolo.
- Fase 4. Se resalta el nodo de símbolo que está realizando la votación de los mensajes recibidos.

El algoritmo se va ejecutando paso a paso con cada clic sobre el botón de siguiente paso.

El algoritmo puede finalizar por tres circunstancias.

- El algoritmo ha podido converger. Se ha obtenido un vector  $Y$  cuyo síndrome es 0.
- Se ha superado el número de iteraciones previstas por el usuario y el algoritmo no ha conseguido converger.
- Se ha detectado un ciclo. El algoritmo ha analizado que en la fase 1, los valores existentes ya se han realizado en una fase anterior, con lo que el algoritmo no puede converger.

Una vez finalizado el algoritmo, la aplicación permite la exportación de los pasos a un fichero de texto plano para su análisis posterior mediante el botón Exportar resultados.



Como se ha comentado, estos ficheros son en texto plano y se permite su visualización en cualquier editor de textos.