

Tecnología de los Explosivos

Tema 2.1. Pegas eléctricas



Rubén Pérez Álvarez

Departamento de Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

LA INICIACIÓN

Iniciar un explosivo es provocar su detonación. En el caso de explosivos sensibles al detonador, la iniciación puede realizarse introduciendo un detonador en el interior de un cartucho (que llamaremos cartucho cebo) o de un multiplicador, que estará en contacto con el resto de la carga, o adosando un cordón detonante a la carga explosiva. Dicho cordón detonante se iniciará mediante un detonador, transmitiendo la detonación a dicha carga.

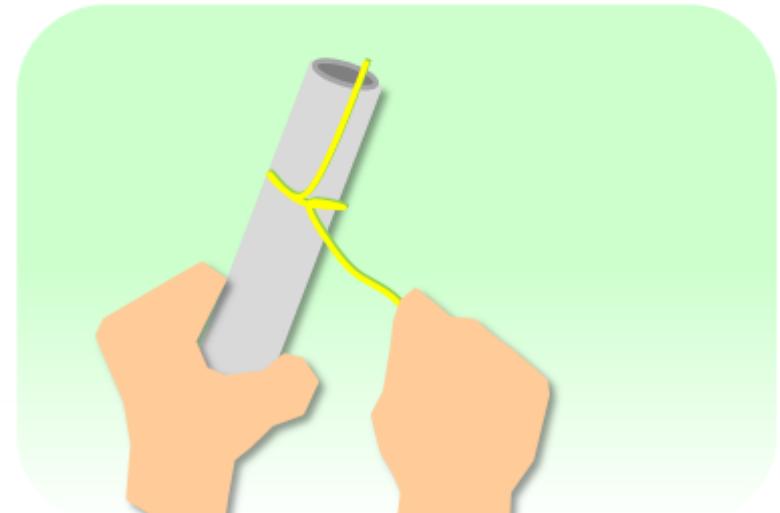
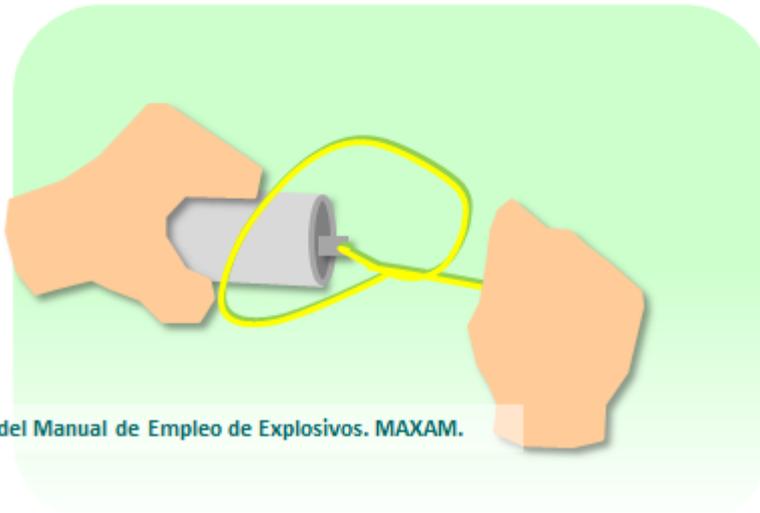
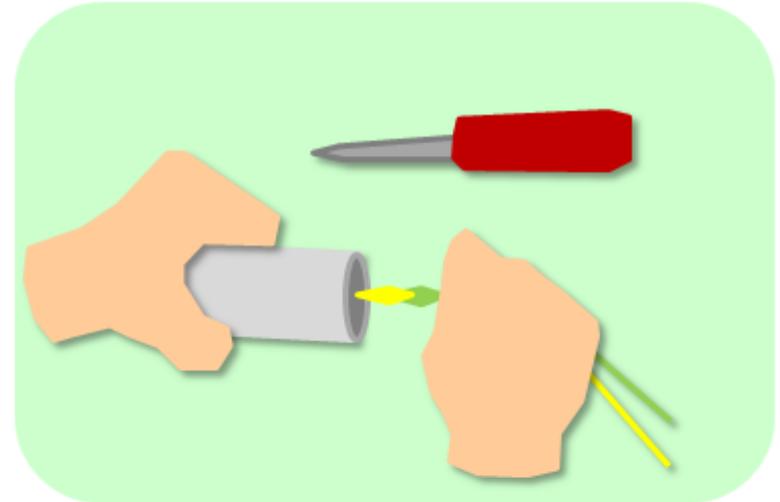
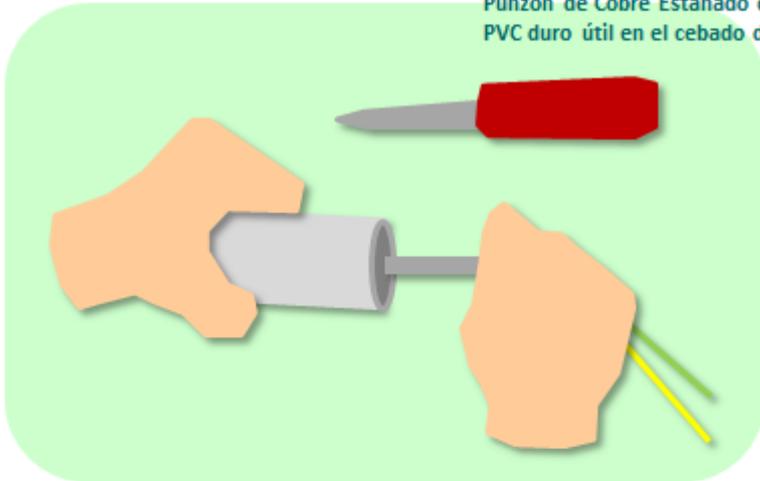
Existen dos formas básicas de cebado mediante detonadores eléctricos: en fondo o en cabeza.

El cebado en fondo con detonadores eléctricos se aplica en voladuras de interior (NO ASÍ EN VOLADURAS A CIELO ABIERTO, POR EL RIESGO QUE PUEDE SUPONER EL FALLO DE UN BARRENO, CON EL POTENCIAL DEPÓSITO DEL CARTUCHO CEBADO ENTRE EL ESCOMBRO). El detonador se inserta en un extremo del cartucho de cebo, debiendo anteriormente haberlo taladrado con un punzón adecuado*. El detonador deberá quedar cubierto por el explosivo, siendo recomendable hacer un lazo con los hilos conductores alrededor del cartucho.

El cartucho cebado se coloca en el fondo, debiendo estar el detonador dirigido hacia la masa de explosivos (orientado del fondo hacia afuera). Durante la carga de los cartuchos en los barrenos, los hilos de los detonadores deben permanecer tirantes, evitando roturas o deterioros de aislamiento por abrasión. NUNCA SE DEBERÁ EMPLEAR EL ATACADOR SOBRE EL CARTUCHO CEBO

EL CEBADO

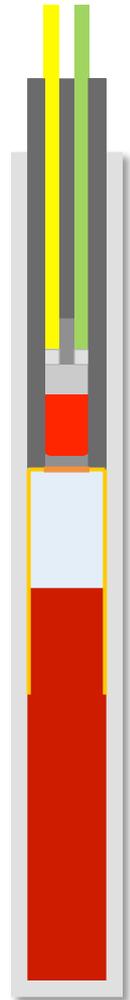
Punzón de Cobre Estañado con mango de PVC duro útil en el cebado de cartuchos.



PEGA ELÉCTRICA

Los detonadores eléctricos son aquellos que, como su nombre indica, se activan mediante energía eléctrica. Constituye un producto muy fiable, ya que permiten un diseño correcto de la voladura con unos resultados adecuados, seguridad en la manipulación y un control eficaz de los efectos derivados del empleo de los explosivos.

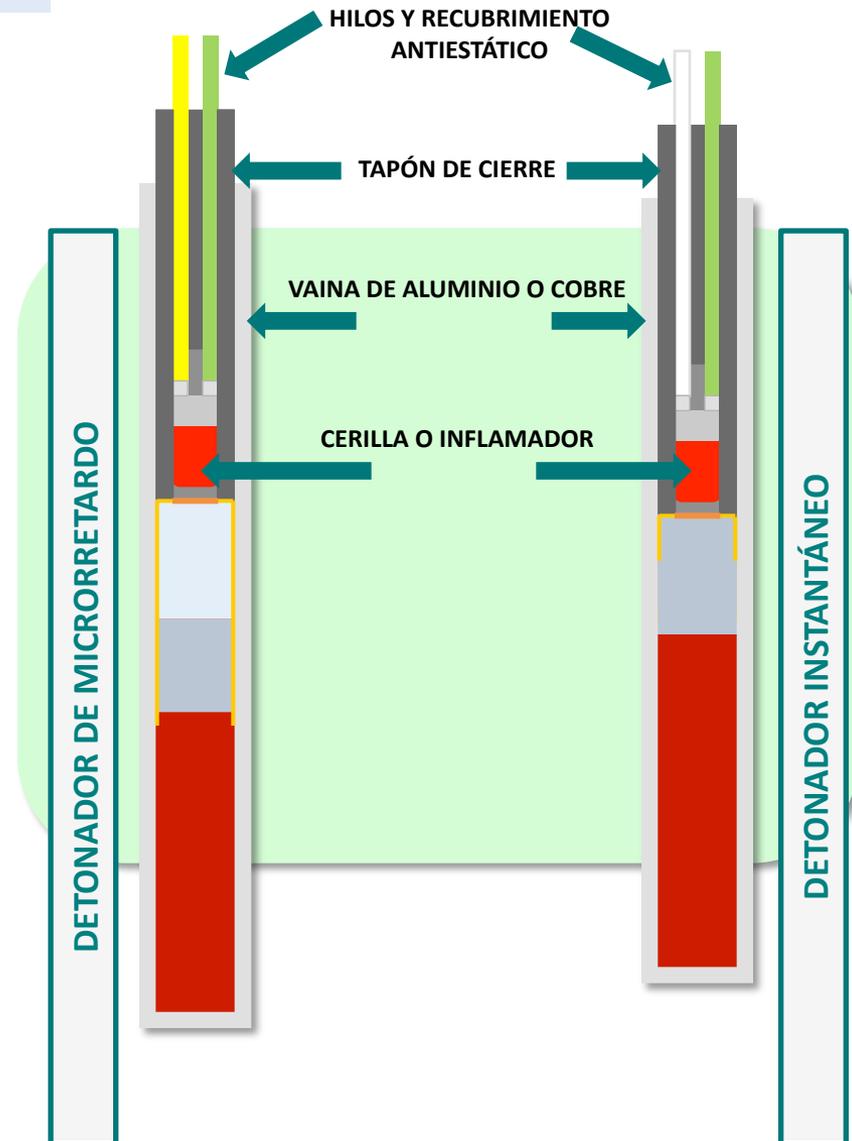
El detonador eléctrico se compone de tres partes (parte eléctrica, parte retardadora, y parte explosiva), dispuestas en un casquillo de aluminio o cobre, empleándose éste último en atmósferas con riesgo explosivo.



PEGA ELÉCTRICA

La parte eléctrica va dispuesta en la zona superior del casquillo, formada por un inflamador/cerilla y los hilos de conexión, de colores diferentes en función del tipo de detonador.

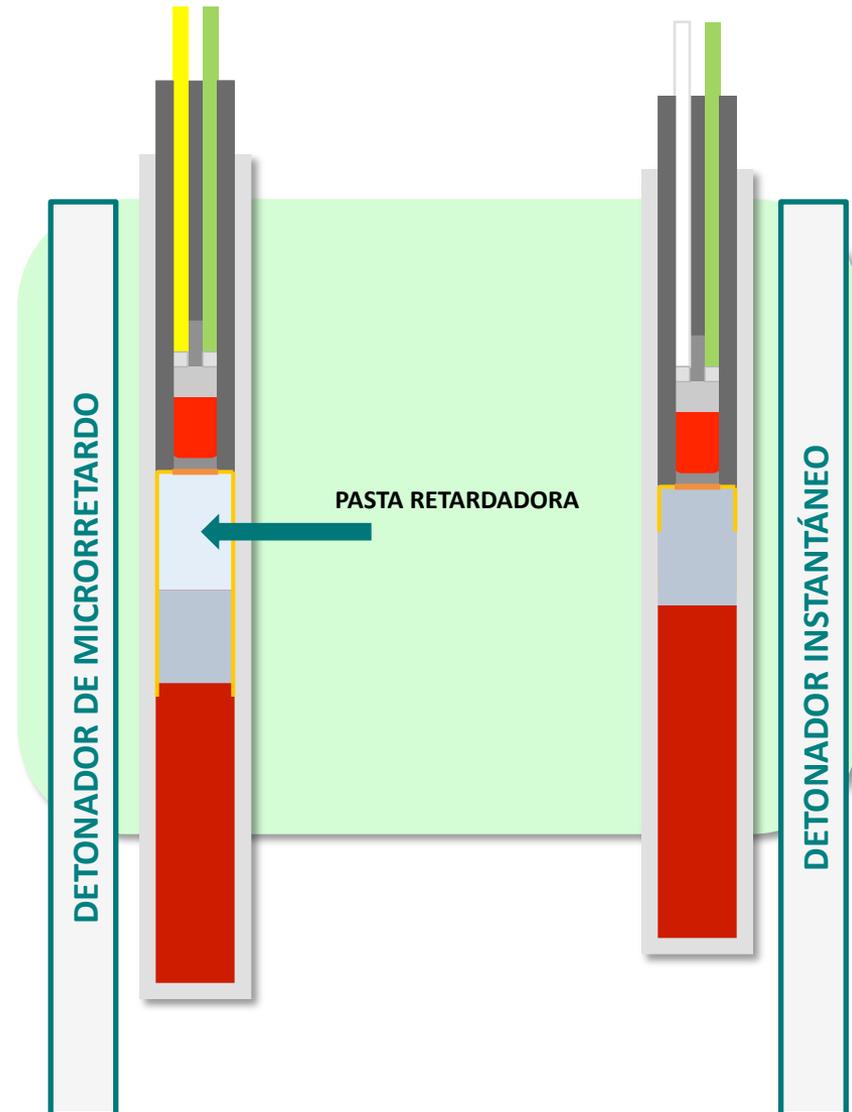
El inflamador o cerilla es una pequeña resistencia, recubierta de pasta explosiva. Esta resistencia se llama también “puente de incandescencia”, y va conectada a los hilos de conexión, recibiendo a través de ellos la corriente eléctrica.



PEGA ELÉCTRICA

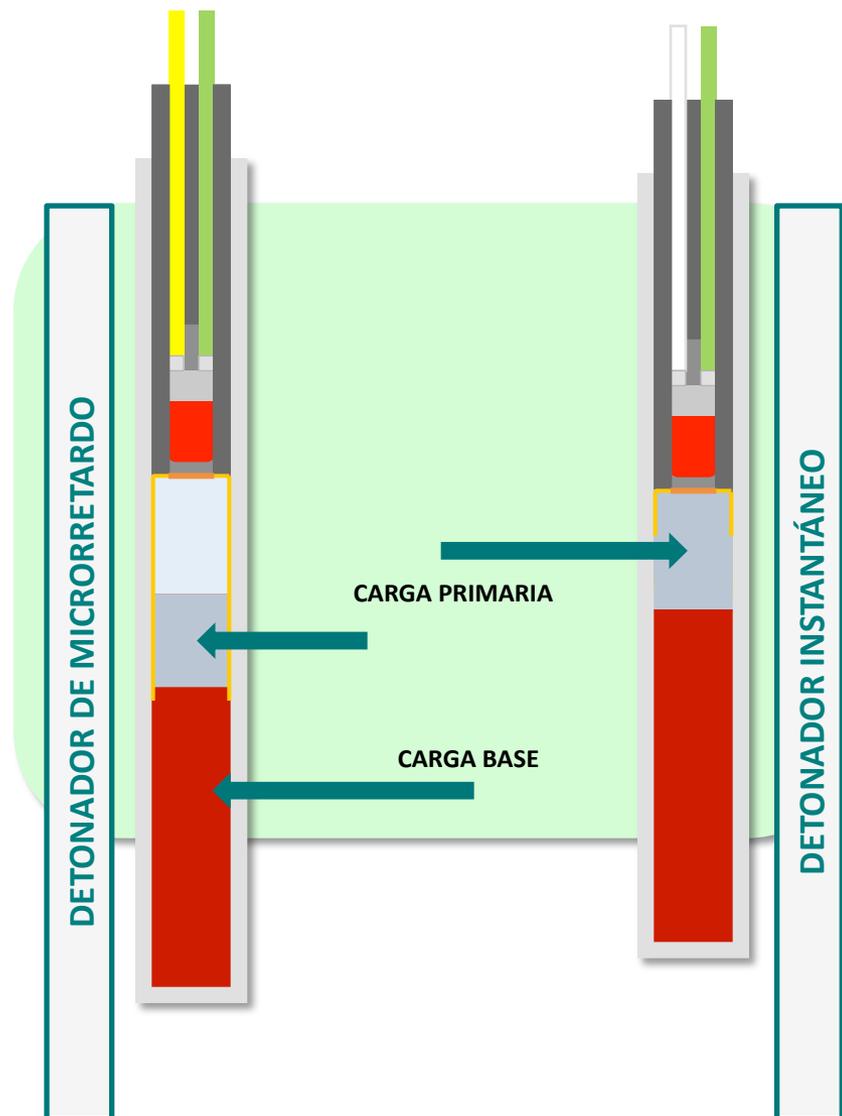
La pasta retardadora únicamente puede encontrarse en los detonadores de tiempo, es decir, los detonadores eléctricos de retardo o microrretardo. Los detonadores instantáneos, o de número 0, no llevan.

En los detonadores de tiempo la pasta se coloca entre el inflamador y la carga explosiva (zona intermedia del detonador). Se compone de un pequeño casquillo metálico (portarretardo) lleno de pasta explosiva retardadora de precisión que arde-irá a una velocidad calculada.



PEGA ELÉCTRICA

La parte explosiva está alojada en el interior del casquillo, compuesta de dos cargas. La menor, se denomina carga primaria (compuesta de nitruro de plomo con estifnato de plomo) y la mayor se denomina carga base o secundaria, de pentrinta.



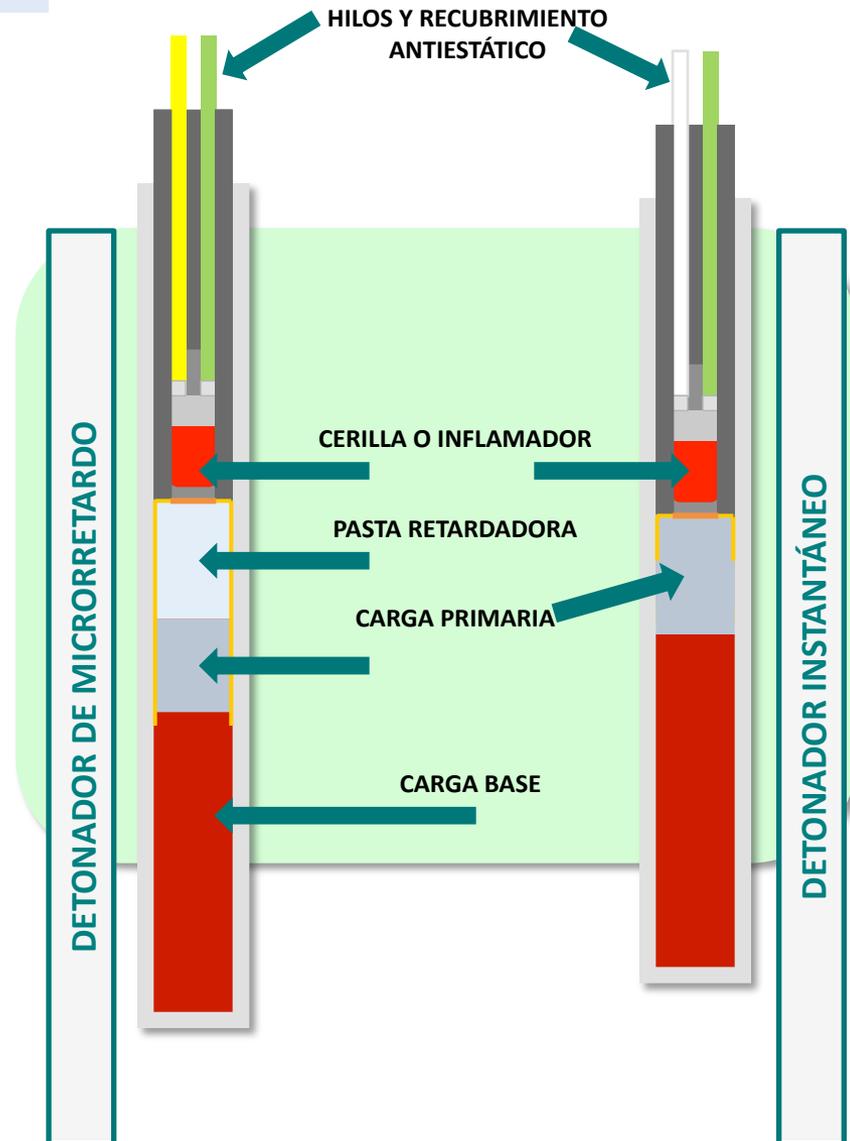
PEGA ELÉCTRICA

FUNCIONAMIENTO

Cuando una corriente eléctrica pasa por los hilos de conexión atravesando la pequeña resistencia de la cerilla, con una intensidad de corriente lo bastante grande, provoca el calentamiento de la resistencia hasta alcanzar la temperatura de inflamación de la pasta explosiva que la rodea.

En los detonadores de tiempo, la inflamación de la cerilla ocasiona la del elemento de retardo, de tal modo que cuando éste termina de arder, la combustión alcanza la carga primaria, que detona, haciendo a su vez detonar la carga base o secundaria.

En el caso de detonador eléctrico instantáneo (o de número 0), al carecer de portarretardo, la cerilla hace detonar a la carga primaria directamente, y ésta la carga.



PEGA ELÉCTRICA

CLASIFICACIÓN DE LOS DETONADORES ELÉCTRICOS EN BASE A SU SENSIBILIDAD

SENSIBLES (S)

Fuente: «Manual de Empleo de Explosivos». MAXAM.

Apropiados para lugares en que no existe peligro de corrientes estáticas/extrañas, producidas por líneas eléctricas, tormentas... Uno de los hilos es de color rojo, el color del otro hilo vendrá determinado por el tiempo de retardo. Ningún detonador sensible debe hacer explosión al ser atravesado por corriente de 0,18 A durante 5 minutos. Hoy día prácticamente en desuso. Intensidad de encendido en serie 1,2 A.

INSENSIBLES (I)

Más seguros que los S frente a corrientes extrañas. Su impulso de encendido es 5 veces mayor y su corriente de seguridad superior al doble. Se emplea en casos en que a pesar de no ser previsible la existencia de corrientes peligrosas en el entorno, se requiere un mayor margen de seguridad. Uno de sus hilos será rosa.

Ningún Riodet I debe explotar con una corriente de 0,45 A durante 5 minutos. La intensidad mínima de disparo es de 2,5 A.

ALTAMENTE INSENSIBLES (AI)

Se reducen notablemente los riesgos de autoencendido ante energías extrañas, a pesar de no ser totalmente seguros en caso de que superen los límites de seguridad. La corriente de seguridad es de 4 A, y la intensidad de disparo de 25 A. Se distinguen por el color verde de uno de sus hilos.

Si el puente de incandescencia de algún detonador rompe antes de encenderse todos, la corriente se cortaría (no saldría la voladura entera). Es peligroso utilizar corrientes insuficientes, o mezclar detonadores de distinta sensibilidad.

PEGA ELÉCTRICA

CLASIFICACIÓN DE LOS DETONADORES ELÉCTRICOS EN BASE A LA SECUENCIACIÓN

Fuente: «Manual de Empleo de Explosivos». MAXAM.

INSTANTÁNEOS

Sin portarretardo, por lo que la detonación es instantánea. Uno de sus hilos será blanco.

MICRORRETARDO DE 25-50 ms

Los detonadores explotan con secuencia de 25/50 ms. La serie va desde el número 1 al 16 en la serie de 25 ms, y del 18 al 30 (sólo pares) de 50 ms. El número más alto de la serie explota a los 750 ms del accionamiento del explosor. Uno de sus hilos será amarillo O TURQUESA (Maxam).

RETARDO DE 500 ms

La serie consta de 12 números. No es aconsejable en voladuras a cielo abierto, ya que puede producir proyecciones inadecuadas. Suelen emplearse con cierta frecuencia en interior. Uno de sus hilos será azul.

MAXAM HA AMPLIADO A 16 NÚMEROS



PEGA ELÉCTRICA

CÓDIGO DE COLORES Y RESUMEN DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS

TRADICIONALMENTE, COLOR AMARILLO. RECIENTEMENTE MAXAM PASA A TURQUESA

Clasificación por sensibilidad	Sensibles (S)		Insensibles (I)		Áltamente Insensibles (AI)	
	Hilo sensibilidad	Hilo tiempo	Hilo sensibilidad	Hilo tiempo	Hilo sensibilidad	Hilo tiempo
Instantáneos	[Red]	[White]	[Pink]	[White]	[Green]	[White]
Microrretardo, 25 ms		[Cyan]		[Cyan]		[Cyan]
Retardos, 500 ms		[Dark Blue]		[Dark Blue]		[Dark Blue]

EN LA ACTUALIDAD, MAXAM NO LO PRODUCE

Clasificación por sensibilidad	Sensibles (S)	Insensibles (I)	Áltamente Insensibles (AI)
Resistencia del puente (Ω)	1,2 - 1,6	0,3 - 0,5	0,03 - 0,05
Impulso de encendido (mJ/ Ω)	0,8 - 3	8 - 16	1100 - 2500
Corriente de seguridad (A)	0,18	0,45	4
Corriente de encendido en serie (A)	1,2	2,5	25

PEGA ELÉCTRICA

SERIE DE MICRORRETARDO	
Número	Tiempo (ms)
0	-
1	25
2	50
3	75
4	100
5	125
6	150
7	175
8	200
9	225
10	250
11	275
12	300
13	325
14	350
15	375
16	400
17	425*
18	450
19	475*
20	500
22	550
24	600
26	650
28	700
30	750

Clasificación por tiempo	Hilo tiempo
Instantáneos	
Microrretardo, 25 ms	
Retardos, 500 ms	

Las secuencias corresponden a los formatos comerciales de la empresa MAXAM. Los indicados con asterisco, disponibles bajo encargo.

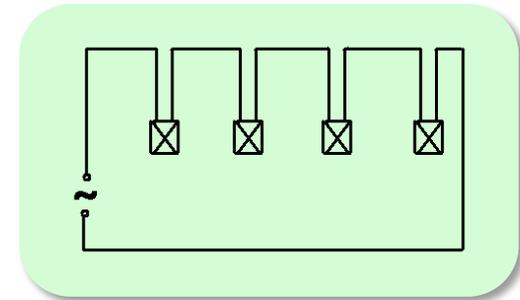
SERIE DE RETARDO	
Número	Tiempo (ms)
0	-
1/2	250
1	500
1 1/2	750*
2	1000
3	1500
4	2000
5	2500
6	3000
7	3500
8	4000
9	4500
10	5000
11	5500
12	6000
14	7000*
16	8000*

PEGA ELÉCTRICA

LA CONEXIÓN EN SERIE

Fuente: «Manual de Empleo de Explosivos». MAXAM.

Cada detonador se va conectando al anterior y al siguiente mediante sus terminales. El terminal que queda libre del primer detonador y el del último de la serie se conecta a la línea volante, y ésta a la línea principal de tiro. La línea de tiro deberá permanecer cortocircuitada por los extremos destinados a la conexión con el explosor hasta el momento de la comprobación. La resistencia total teórica deberá coincidir con la que se mida en el óhmetro, y deberá ser:



RESISTENCIA DE LA LÍNEA DE TIRO + RESISTENCIA DE LA LÍNEA VOLANTE + RESISTENCIA TOTAL DEL DETONADOR · NÚMERO DE DETONADORES. $R_t = R_l + R_d \cdot N$.

LA RESISTENCIA DEL DETONADOR DEPENDERÁ DE LA DE PUENTE, Y DE LA LONGITUD DE LA MADEJA QUE CONSTITUYA SUS HILOS EXTREMOS DE CONEXIÓN, POR LO QUE CRECERÁ CON DICHA LONGITUD.

Conexiones en paralelo o mixtas requieren permiso especial por parte de la Autoridad Minera Competente.

PEGA ELÉCTRICA

CÁLCULO DEL EXPLOSOR

Fuente: Pardo de Santayana, G.

Se dispone de un explosor cuyas características son: Capacidad (C): $200 \mu\text{F}$ y una tensión de descarga de 1100 Voltios. Se desea disparar con él una voladura, utilizando detonadores Insensibles y una línea de resistencia total de 5Ω . Los detonadores tendrán madeja de 6 m de hilo de cobre, con una resistencia lineal de $0,062 \Omega/\text{m}$, y se conectarán en serie. La resistencia del puente es de $0,5 \Omega$, la intensidad de encendido de los detonadores conectados en serie es de 2,5 A, y el impulso requerido para el encendido es de $16 \text{ mW}/\Omega$. Supóngase un tiempo de persistencia del circuito de 5 ms.

Se pide:

- A) Calcular el número de detonadores que podrá dispararse con el explosor.
- B) Comprobar numéricamente el resultado.

PEGA ELÉCTRICA

CÁLCULO DEL EXPLOSOR

Fuente: Pardo de Santayana, G.

Se dispone de un explosor cuyas características son: Capacidad (C): 200 μF y una tensión de descarga de 1100 Voltios. Se desea disparar con él una voladura, utilizando detonadores Insensibles y una línea de resistencia total de 5 Ω . Los detonadores tendrán madeja de 6 m de hilo de cobre, con una resistencia lineal de 0,062 Ω/m , y se conectarán en serie. La resistencia del puente es de 0,5 Ω , la intensidad de encendido de los detonadores conectados en serie es de 2,5 A, y el impulso requerido para el encendido es de 16 mW/ Ω . Supóngase un tiempo de persistencia del circuito de 5 ms.

Se pide:

- Calcular el número de detonadores que podrá dispararse con el explosor.
- Comprobar numericamente el resultado.

1. Ha de aplicarse la ecuación siguiente, para calcular la resistencia máxima admisible del circuito en base a las propiedades del explosor:

$$C \cdot I^2 \cdot R^2 + 2 \cdot S \cdot R - C \cdot U^2 = 0$$

$$200 \cdot 10^{-6} \cdot 2,5^2 \cdot R^2 + 2 \cdot 16 \cdot 10^{-3} \cdot R - 200 \cdot 10^{-6} \cdot 1100^2 = 0$$

$$1,25 \cdot 10^{-3} \cdot R^2 + 0,032 \cdot R - 242 = 0$$

$$R = \frac{-0,032 \pm \sqrt{(0,032)^2 - 4 \cdot 1,25 \cdot (-242)}}{2 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3}} = 427,38 \Omega$$

- C: capacidad del condensador (en Faradios!!).
- I: intensidad de encendido del detonador (A).
- R: resistencia del circuito (Ω). En este primer paso es la incógnita.
- S: impulso de encendido (en Julios!!).
- U: tensión de descarga (V).

PEGA ELÉCTRICA

CÁLCULO DEL EXPLOSOR

Fuente: Pardo de Santayana, G.

Se dispone de un explosor cuyas características son: Capacidad (C): 200 μF y una tensión de descarga de 1100 Voltios. Se desea disparar con él una voladura, utilizando detonadores Insensibles y una línea de resistencia total de 5 Ω . Los detonadores tendrán madeja de 6 m de hilo de cobre, con una resistencia lineal de 0,062 Ω/m , y se conectarán en serie. La resistencia del puente es de 0,5 Ω , la intensidad de encendido de los detonadores conectados en serie es de 2,5 A, y el impulso requerido para el encendido es de 16 mW/ Ω . Supóngase un tiempo de persistencia del circuito de 5 ms.

Se pide:

- Calcular el número de detonadores que podrá dispararse con el explosor.
- Comprobar numericamente el resultado.

2. Calculo el número máximo admisible de detonadores en serie:

$$R = R_l + N(2 \cdot L \cdot R_l + R_p)$$

$$427,38 = 5 + N(2 \cdot 6 \cdot 0,062 + 0,5)$$

$$N = \frac{422,38}{2 \cdot 6 \cdot 0,062 + 0,5} = 339,53 = 339 \text{ detonadores}$$

- R: resistencia total del circuito (Ω).
- R_l : resistencia de la línea de disparo (Ω).
- R_H : resistencia lineal de la madeja del detonador (Ω/m).
- R_p : resistencia del puente.

PEGA ELÉCTRICA

CÁLCULO DEL EXPLOSOR

Se dispone de un explosor cuyas características son: Capacidad (C): 200 μF y una tensión de descarga de 1100 Voltios. Se desea disparar con él una voladura, utilizando detonadores Insensibles y una línea de resistencia total de 5 Ω . Los detonadores tendrán madeja de 6 m de hilo de cobre, con una resistencia lineal de 0,062 Ω/m , y se conectarán en serie. La resistencia del puente es de 0,5 Ω , la intensidad de encendido de los detonadores conectados en serie es de 2,5 A, y el impulso requerido para el encendido es de 16 mW/Ω . Supóngase un tiempo de persistencia del circuito de 5 ms.

Se pide:

B) Comprobar numéricamente el resultado.

Debe justificarse que para el número de detonadores calculado, el explosor podrá suministrar la Intensidad y encendido de disparo requeridos.

1. Se calcula la energía total suministrada por el explosor:

$$E_0 = (1/2) \cdot 200 \cdot 10^{-6} \cdot 1100^2 = 121,4 \text{ J}$$

- E_0 = energía total suministrada por el explosor r(J).
- C = capacidad del explosor (en Faradios).
- U = tensión de descarga (V).

2. Se determina la energía útil o eficaz descargada por el condensador en el tiempo de permanencia t:

$$E_D = E_0 \cdot (1 - e^{-2 \cdot t / (R \cdot C)})$$

$$E_D = 121,4 \cdot \left(1 - e^{-2 \cdot \frac{0,005}{427,38 \cdot 200 \cdot 10^{-6}}}\right) = 13,40 \text{ J}$$

- E_D = energía útil descargada por el condensador en el tiempo de permanencia t (J).
- E_0 = energía total suministrada por el explosor (J).
- **t = tiempo de persistencia (Dado en el enunciado, s).**
- R = resistencia total del circuito, ya calculada (Ω).
- C = capacidad del explosor (F).

PEGA ELÉCTRICA

CÁLCULO DEL EXPLOSOR

Se dispone de un explosor cuyas características son: Capacidad (C): 200 μF y una tensión de descarga de 1100 Voltios. Se desea disparar con él una voladura, utilizando detonadores Insensibles y una línea de resistencia total de 5 Ω . Los detonadores tendrán madeja de 6 m de hilo de cobre, con una resistencia lineal de 0,062 Ω/m , y se conectarán en serie. La resistencia del puente es de 0,5 Ω , la intensidad de encendido de los detonadores conectados en serie es de 2,5 A, y el impulso requerido para el encendido es de 16 mW/Ω . Supóngase un tiempo de persistencia del circuito de 5 ms.

Se pide:

B) Comprobar numéricamente el resultado.

Debe justificarse que para el número de detonadores calculado, el explosor podrá suministrar la Intensidad y encendido de disparo requeridos.

3.- Debe determinarse si con la energía útil suministrada por el explosor en el tiempo de persistencia del circuito, y la Resistencia total del circuito calculada, se aporta un impulso y una intensidad de corriente superiores a los requeridos para el encendido.

$$S = \frac{E_D}{R} = \frac{13,40}{427,38} = 0,031 \frac{J}{\Omega} \approx 31 \frac{\text{mW} \cdot \text{s}}{\Omega} > 16 \frac{\text{mW} \cdot \text{s}}{\Omega}$$

$$I = \sqrt{\frac{E_D}{R \cdot t}} = \sqrt{\frac{13,40}{427,38 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}} = 2,5 \text{ A}$$

Quedan satisfechos los requerimientos de impulso e intensidad de encendido.

2.1. Pegas eléctricas

PEGA ELÉCTRICA

COMPROBACIONES PREVIAS A DISPARO

Requiere comprobación de continuidad: estando la línea de tiro cortocircuitada por uno de los extremos (unidos los dos ramales en un extremo), la resistencia que dé el óhmetro deberá coincidir con la calculada para la línea.

Comprobada la línea de tiro, debe conectarse la circuito de voladura para la comprobación del circuito completo. Antes de realizar la comprobación, deberá retirarse el personal por razones de seguridad. La resistencia del óhmetro deberá coincidir con la calculada. **POSIBLES CAUSAS DE NO COINCIDENCIA:**

-  **RESISTENCIA DEMASIADO ALTA:** posible falso contacto en algún empalme o detonador.
-  **RESISTENCIA DEMASIADO BAJA:** no están conectados todos los detonadores, o existe derivación en el circuito o cruce en la línea de tiro.
-  **RESISTENCIA INFINITA:** circuito abierto, por un detonador defectuoso por la rotura de un hilo o, en determinados casos, por la rotura de un puente.

En caso de detectarse una de estas anomalías, deberá localizarse la avería. Inicialmente mediante inspección visual. Si no se detecta el fallo, debe desconectarse la línea de tiro (nueva verificación de continuidad). Si el fallo no está en la línea, se une uno de sus terminales a un extremo del circuito, y el otro a la mitad del circuito. (Se comprueba en qué mitad está el error). Se vuelve a dividir el circuito defectuoso en dos mitades, y así hasta localizar al avería.

PEGA ELÉCTRICA

POSIBLES CAUSAS DE FALLO

Fuente: «Manual de Empleo de Explosivos». MAXAM.

Si el cebado y la conexión son correctos, y el explosor adecuado, no deben originarse fallos. En caso de producirse, se deberá tener en cuenta lo previsto en el R.G.N.B.S.M. El mayor peligro está en el fallo de sólo alguno de los barrenos, no en el de toda la voladura.

CAUSAS MÁS COMUNES DE FALLOS

CONEXIONES INCORRECTAS

Conexión deficiente, terminales sucios..., pueden provocar resistencias elevadas causantes de fallos.

FUNCIONAMIENTO INCORRECTO DEL EXPLOSOR

Deberá estar en perfectas condiciones, debiendo comprobarse su estado periódicamente (para cada tipo de explosor existe un comprobador). El artillero deberá conocer la máxima capacidad de disparo del explosor (dato facilitado por el fabricante, junto con normas de empleo, mantenimiento, número de detonadores o resistencia máxima de circuito admisible). Los explosores deberán estar homologados, y dicha homologación se hace para los tres niveles de sensibilidad.

PÉRDIDAS DE CORRIENTE

Las derivaciones son más comunes en barrenos húmedos o con minerales metálicos. Deben extremarse las precauciones por su conductividad, debiendo utilizar conectadores rápidos y trenzar bien los terminales. Pueden producirse cortocircuitos en la línea de tiro, sobre todo en líneas duplex (doble hilo). La tensión del óhmetro en la comprobación no produciría fugas apreciables, pero sí con la tensión de disparo de la pega. **ACONSEJABLE LÍNEA DE TIRO CON DOS CABLES DE HILO SENCILLO.**

PEGA ELÉCTRICA

POSIBLES CAUSAS DE FALLO

MEZCLA DE DETONADORES DE DISTINTA SENSIBILIDAD

Para que no hubiese fallos por paso de corriente, todos los detonadores debían inflamarse a la vez con la INTENSIDAD RECOMENDADA POR EL FABRICANTE.

ROTURA DE CABLES DEL DETONADOR

La colocación y conexión de los detonadores puede realizarse cuidadosamente, para evitar la rotura de hilos. En la operación del retacado puede producirse la rotura de hilos si no se hace cuidadosamente.

POR LÍNEA EXCESIVA DE TIRO O DEMASIADOS DETONADORES

Cada explosor puede disparar hasta una resistencia máxima, debiendo tener en cuenta la longitud de línea y número de detonadores.

DISPARO POR CORRIENTE ALTERNA O BATERÍAS.

Únicamente podrá realizarse mediante autorización expresa, ya que dichas modalidades causan muchos fallos.

PEGA ELÉCTRICA

POSIBLES CAUSAS DE FALLO

CAUSAS MÁS COMUNES DE FALLOS CON LOS DETONADORES

Las principales causas de encendido accidental son la conexión del explosor antes de lo debido, el encendido durante la comprobación, o corrientes extrañas.

CONEXIÓN PREMATURA DEL EXPLOSOR

Durante la carga y conexión, los extremos de la línea de tiro del lado en que se conectará el explosor deberán estar cortocircuitados, y deberán permanecer así hasta que el personal esté en lugar seguro. Entonces se abre el circuito para realizar la comprobación eléctrica, y posteriormente la conexión del explosor, que en todo momento estará controlado por el artillero, que tendrá en su poder el mecanismo de accionamiento.

COMPROBACIÓN ELÉCTRICA

Para evitar el encendido en la comprobación, las medidas deben efectuarse con aparatos en perfecto estado, revisados periódicamente, y reparados en talleres especializados con garantía. La medición se realizará desde lugar seguro, a poder ser el del disparo.

ELECTRICIDAD EXTRAÑA

Electricidad incontrolada que puede penetrar en los detonadores durante su empleo. Las posibles causas son tormentas, electricidad estática, redes eléctricas, derivación de corrientes al terreno, emisoras y corrientes galvánicas.

PEGA ELÉCTRICA

POSIBLES CAUSAS DE FALLO

ELECTRICIDAD EXTRAÑA

Electricidad incontrolada que puede penetrar en los detonadores durante su empleo. Las posibles causas son tormentas, electricidad estática, redes eléctricas, derivación de corrientes al terreno, emisoras y corrientes galvánicas.

TORMENTAS

Las descargas eléctricas a varios km de distancia resultan peligrosas para las voladuras, máxime si no se emplean detonadores de Alta Insensibilidad. Este peligro incluye labores subterráneas a profundidades menores de las 200 m, o en túneles cuyo frente de trabajo se encuentre a menos de 500 m de la boca. Evidentemente la caída de un rayo sobre la voladura o sus cercanías puede suponer muy posiblemente la detonación de los detonadores.

ELECTRICIDAD ESTÁTICA

El hombre y las máquinas acumulan electricidad estática, sobre todo en ambiente seco, y si se usan prendas sintéticas y cazado de goma. Los más seguros son los detonadores altamente insensibles, pero incluso empleándolos debe usarse calzado y ropa antiestática.



Imagen de Dominio Público.

PEGA ELÉCTRICA

POSIBLES CAUSAS DE FALLO

RECOMENDACIONES FRENTE A ELECTRICIDAD ESTÁTICA

- **Puesta a tierra adecuada de todas las máquinas y elementos metálicos.**
- **Emplear calzado semiconductor.**
- **No emplear materiales y ropas sintéticas.**
- **Garantizar una elevada humedad (> 60%).**
- **Emplear ropas antiestáticas (algodón).**
- **Mantener los detonadores cortocircuitados.**
- **Coger los detonadores por el aislante, no por los extremos desnudos.**
- **No cubrir con sacos o toldos los detonadores.**
- **Si es posible, no emplear trajes de agua.**
- **No usar cables distintos de los fabricados por el fabricante.**
- **Tener en el tajo una pica húmeda clavada al suelo.**