

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de voladura comercial que incluye:

un controlador central configurado para enviar instrucciones de comando de voladura para dos o más dispositivos electrónicos de voladura, en donde los dos o más dispositivos electrónicos de voladura incluyen al menos un dispositivo electrónico de voladura inalámbrico (WEB) y al menos un dispositivo de sistema electrónico de voladura cableado (EBS);

al menos un detonador remoto conectable al controlador central y configurado para recibir las instrucciones de comando de voladura para el dispositivo EBS, y configurado para enviar al menos un comando de voladura correspondiente al dispositivo EBS a través de cables; y

al menos un sistema de antena conectable al controlador central y configurado para recibir las instrucciones de comando de voladura para el dispositivo WEB, y configurado para enviar al menos un comando de voladura correspondiente al dispositivo WEB a través de señales de inducción magnética (MI),

en donde el detonador remoto está configurado para enviar uno o más mensajes de protocolo de enlace al controlador indicando que el dispositivo EBS está programado para la voladura, para que el controlador sincronice el envío de un comando DETONAR para el dispositivo EBS con el envío de un comando DETONAR para el dispositivo WEB.

2. El sistema de la reivindicación 1, en el que el controlador central está configurado para proporcionar una máquina de estados WEB y una máquina de estados EBS, y para sincronizar la máquina de estados WEB con la máquina de estados EBS basándose en los mensajes de protocolo de enlace.

3. El sistema de la reivindicación 1 ó 2, en el que el controlador central está configurado para enviar una instrucción de comando MI DETONAR y una instrucción de comando EBS DETONAR separadas por un intervalo predeterminado.

4. El sistema de la reivindicación 3, en el que al menos uno de los detonadores remotos y el sistema de antena son físicamente un dispositivo combinado y el intervalo predeterminado es utilizado por el dispositivo combinado para enviar la instrucción de comando de MI DETONAR y la instrucción de comando de EBS DETONAR.

5. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el controlador central está configurado para recibir una o más de las siguientes opciones: una confirmación de autorización de baliza, un dongle de voladura, un dispositivo de voladura y una clave de archivo de voladura para enviar las instrucciones de comando de voladura.

6. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el controlador central y el sistema de antena están conectados mediante una interfaz de datos bidireccional para proporcionar mensajes de protocolo de enlace al controlador desde el sistema de antena.

7. Un sistema de voladura comercial que incluye:

un controlador central configurado para enviar instrucciones de comando de voladura a dos o más dispositivos electrónicos de voladura en una voladura de acuerdo con un plan de voladura, en donde los dos o más dispositivos electrónicos de voladura incluyen al menos un dispositivo electrónico de voladura inalámbrico (WEB) y al menos un dispositivo de sistema electrónico de voladura cableado (EBS);

al menos un detonador remoto conectable al controlador central y configurado para recibir las instrucciones de comando de voladura para el dispositivo EBS, y configurado para enviar al menos un comando de voladura al dispositivo EBS a través de cables basados en las instrucciones de comando de voladura;

al menos un sistema de antena conectable al controlador central y configurado para recibir las instrucciones del comando de voladura para el dispositivo WEB, y configurado para enviar al menos un comando de voladura al dispositivo WEB a través de señales de inducción magnética (MI) basadas en las instrucciones del comando de voladura; y

al menos un dispositivo de sincronización MI configurado para recibir el comando de voladura a través de las señales MI, y conectable al o a cada detonador remoto para enviar señales de sincronización que representan el comando de voladura para que el dispositivo WEB sincronice el disparo del dispositivo EBS y el dispositivo WEB.

8. El sistema de la reivindicación 7, en el que el dispositivo de sincronización MI está configurado para realizar una o más de las siguientes acciones:

al recibir una secuencia MI, enviar en respuesta una señal de relación señal-ruido (SNR) MI para el detonador remoto y/o el controlador central;

al recibir un comando MI SINCRONIZACIÓN, enviar en respuesta una instrucción de comando de preparación para disparar para el detonador remoto, en donde el comando de preparación para disparar se envía al detonador remoto en un momento predeterminado después de la recepción del comando MI S SINCRONIZACIÓN; y

al recibir un comando MI DETONAR, envíe en respuesta una instrucción de comando DETONAR para que el detonador remoto dispare el dispositivo EBS.

9. El sistema de la reivindicación 7 u 8, en el que el detonador remoto está configurado para enviar mensajes de protocolo de enlace al controlador indicando que el dispositivo EBS está programado para el disparo para que el controlador sincronice el envío de un comando de DISPARO para el dispositivo EBS con el envío de un comando de DISPARO para el dispositivo WEB.

10. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que el controlador central está configurado para proporcionar una máquina de estados WEB y una máquina de estados EBS, y para sincronizar la máquina de estados WEB con la máquina de estados EBS basándose en los mensajes de protocolo de enlace.

11. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que el controlador central está configurado para recibir una o más de las siguientes opciones: una confirmación de autorización de baliza, una llave de voladura y una clave de archivo de voladura para enviar las instrucciones de comando de voladura.

12. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en el que el dispositivo de sincronización MI incluye un magnetómetro configurado para generar una salida electrónica/eléctrica que representa el comando de voladura recibido.

13. El sistema de la reivindicación 12, en el que el magnetómetro incluye al menos una antena MI y un receptor correspondiente.

14. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, en el que el dispositivo de sincronización MI incluye una interfaz de comunicación para la conexión al detonador remoto.

15. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, que incluye además:

un dispositivo de registro remoto físico configurado para conectarse comunicativamente al controlador central y al menos a un detonador remoto y/o al menos a un sistema de antena,

en donde el controlador central está configurado para proporcionar un par de claves de cifrado asimétricas pública-privada con una clave pública y una clave privada, y para escribir la clave pública en el dispositivo de registro remoto cuando el dispositivo de registro remoto está conectado comunicativamente al controlador,

en donde cada uno de los al menos un detonador remoto y/o el al menos un sistema de antena está configurado para leer la clave pública del dispositivo de registro remoto cuando el dispositivo de registro remoto está conectado comunicativamente al detonador remoto o sistema de antena correspondiente,

en donde el controlador central y cada uno del al menos un detonador remoto y/o el al menos un sistema de antena están configurados para comunicarse entre sí a través de una red de datos utilizando el par de claves.

16. El sistema de la reivindicación 15, en el que cada detonador remoto y/o cada sistema de antena está configurado para proporcionar una clave de cifrado de protocolo de enlace única/casi única para cada detonador remoto y/o cada sistema de antena, y para cifrar y enviar

dicha clave de cifrado de protocolo de enlace al controlador central utilizando la clave pública y la red de datos.

17. El sistema de la reivindicación 16, en el que el controlador central está configurado para proporcionar una clave de cifrado de comunicaciones única/casi única para cada detonador remoto y/o cada sistema de antena, y para cifrar y enviar la clave de cifrado de comunicaciones en un segundo mensaje de protocolo de enlace a cada detonador remoto y/o cada sistema de antena utilizando la clave de protocolo de enlace y la red de datos.

18. El sistema de la reivindicación 17, en el que el controlador central y cada uno de al menos un detonador remoto y/o el al menos un sistema de antena están configurados para comunicarse entre sí utilizando la clave de cifrado de comunicaciones y la red de datos.

19. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, en el que el controlador central está configurado para proporcionar una clave de cifrado de difusión que no es única/casi única para cada detonador remoto o sistema de antena, y para enviar la clave de cifrado de difusión a cada detonador remoto y/o sistema de antena utilizando la red de datos.

20. El sistema de la reivindicación 19, en el que el controlador central está configurado para cifrar y enviar instrucciones de comando de explosión. a cada detonador remoto y/o a cada sistema de antena utilizando la clave de cifrado de transmisión y la red de datos.

21. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14:

en donde el controlador central tiene una interfaz de comunicaciones segura,

en donde cada detonador remoto y/o cada sistema de antena tiene una interfaz de comunicaciones seguras correspondiente a la interfaz de comunicaciones seguras del controlador central,

en donde el controlador central está configurado para proporcionar un par de claves de cifrado asimétricas pública-privada con una clave pública y una clave privada, y para escribir la clave pública individualmente en cada detonador remoto y/o cada sistema de antena cuando cada detonador remoto y/o cada sistema de antena están conectados respectivamente a través de las interfaces de comunicaciones seguras,

en donde cada detonador remoto y/o cada sistema de antena está configurado para leer la clave pública del controlador central cuando se conecta a través de las interfaces de comunicaciones seguras, y

en donde el controlador central y cada uno del al menos un detonador remoto y/o el al menos un sistema de antena están configurados para comunicarse entre sí a través de una red de datos utilizando el par de claves.

22. El sistema de la reivindicación 21, en el que cada detonador remoto y/o cada sistema de antena está configurado para proporcionar una clave de cifrado de protocolo de enlace única/casi única para cada detonador remoto y/o cada sistema de antena, y para cifrar y enviar la clave de cifrado de protocolo de enlace al controlador central utilizando la clave pública y la red de datos.

23. El sistema de la reivindicación 22, en el que el controlador central está configurado para proporcionar una clave de cifrado de comunicaciones única/casi única para cada detonador remoto y/o cada sistema de antena, y para cifrar y enviar la clave de cifrado de comunicaciones en un segundo mensaje de protocolo de enlace a cada detonador remoto y/o cada sistema de antena utilizando la clave de protocolo de enlace y la red de datos.

24. El sistema de la reivindicación 23, en el que el controlador central y cada detonador remoto y/o cada sistema de antena están configurados para comunicarse entre sí utilizando la clave de cifrado de comunicaciones y la red de datos.

25. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 21 a 24, en el que el controlador central está configurado para proporcionar una clave de cifrado de difusión que no es única/casi única para cada detonador remoto y/o cada sistema de antena, y para enviar la clave de cifrado de difusión a cada detonador remoto y/o cada sistema de antena utilizando la red de datos.

26. El sistema de la reivindicación 25, en el que el controlador central está configurado para cifrar y enviar instrucciones de comando de explosión. a cada detonador remoto y/o a cada sistema de antena utilizando la clave de cifrado de transmisión y la red de datos.

27. Un método de voladura comercial que incluye:

enviar instrucciones de comando de voladura para dos o más dispositivos electrónicos de voladura, en donde los dos o más dispositivos electrónicos de voladura incluyen al menos un dispositivo electrónico de voladura inalámbrico (WEB) y al menos un dispositivo de sistema electrónico de voladura cableado (EBS);

recibir las instrucciones de comando de voladura para el dispositivo EBS y enviar al menos un comando de voladura correspondiente al dispositivo EBS a través de cables;

recibir las instrucciones de comando de voladura para el dispositivo WEB, y configurado para enviar al menos un comando de voladura correspondiente al dispositivo WEB a través de señales de inducción magnética (MI);

enviando uno o más mensajes de protocolo de enlace indicando que el dispositivo EBS está programado; y

sincronizar el envío de un comando DETONAR para el dispositivo EBS con el envío de un comando DETONAR para el dispositivo WEB.

28. El método de la reivindicación 27, que incluye la sincronización de una máquina de estados WEB con una máquina de estados EBS basándose en los mensajes de protocolo de enlace.

29. El método de la reivindicación 27 ó 28, que incluye el envío de una instrucción de comando MI DETONAR y una instrucción de comando EBS DETONAR separadas por un intervalo predeterminado.

30. El método de la reivindicación 29, que incluye el envío de la instrucción de comando MI DETONAR y la instrucción de comando EBS DETONAR desde un dispositivo unitario.

31. El método de cualquiera de las reivindicaciones 27 a 30, que incluye recibir una o más de una confirmación de autorización de baliza, una llave de voladura y una clave de archivo de voladura para enviar las instrucciones de comando de voladura.

32. El método de cualquiera de las reivindicaciones 27 a 31, que incluye el envío de mensajes de protocolo de enlace en respuesta a las instrucciones de comando de explosión para el dispositivo WEB.

33. Un método de voladura comercial que incluye:

enviar instrucciones de comando de voladura a dos o más dispositivos electrónicos de voladura en una voladura de acuerdo con un plan de voladura, en donde los dos o más dispositivos electrónicos de voladura incluyen al menos un dispositivo electrónico de voladura inalámbrico (WEB) y al menos un dispositivo de sistema electrónico de voladura cableado (EBS);

recibir las instrucciones de comando de voladura para el dispositivo EBS;

enviar al menos un comando de voladura al dispositivo EBS a través de cables según las instrucciones del comando de voladura;

recibir las instrucciones del comando de explosión para el dispositivo WEB;

enviando al menos un comando de voladura al dispositivo WEB a través de señales de inducción magnética (MI) basadas en las instrucciones del comando de voladura;

recibir la orden de voladura a través de las señales MI; y

enviando señales de sincronización basadas en el comando de explosión recibido a través de las señales MI para sincronizar el disparo del dispositivo EBS y el dispositivo WEB.

34. El método de la reivindicación 33, que incluye uno o más de los siguientes:

enviar una señal de relación señal-ruido (SNR) MI después de recibir una secuencia MI;

enviar un comando de preparación para disparar en un momento predeterminado después de recibir un comando MI SINCRONIZAR; y

enviando un comando DETONAR al dispositivo EBS después de recibir un comando MI DETONAR.

35. El método de la reivindicación 33 ó 34, que incluye el envío de mensajes de protocolo de enlace que indican que el dispositivo EBS está programado para la explosión a fin de sincronizar el envío de un comando de DETONAR para el dispositivo EBS con el envío de un comando DETONAR para el dispositivo WEB.

36. El método de cualquiera de las reivindicaciones 33 a 35, que incluye la sincronización de una máquina de estados WEB con una máquina de estados EBS basándose en los mensajes de protocolo de enlace.

37. El método de cualquiera de las reivindicaciones 33 a 36, que incluye recibir una o más de una confirmación de autorización de baliza, una llave de voladura y una clave de archivo de voladura para enviar las instrucciones de comando de voladura.

38. El método de cualquiera de las reivindicaciones 33 a 37, que incluye la generación de una salida electrónica/eléctrica que representa el comando de voladura recibido a través de las señales MI.

39. El método de la reivindicación 38, que incluye generar la salida electrónica/eléctrica utilizando al menos una antena MI y un receptor correspondiente.

40. El método de cualquiera de las reivindicaciones 33 a 39, que incluye el envío de señales de sincronización a través de una interfaz de comunicación a un detonador remoto.

41. El método de cualquiera de las reivindicaciones 27 a 40, que incluye:

el controlador central del sistema de detonación electrónica que proporciona un par de claves de cifrado asimétrico público-privado con una clave pública y una clave privada;

el controlador central se conecta comunicativamente a un dispositivo de registro remoto físico para escribir la clave pública en el dispositivo de registro remoto;

cada detonador remoto y/o cada sistema de antena se conecta comunicativamente por separado al dispositivo de registro remoto para leer por separado la clave pública; y

cada detonador remoto y/o cada sistema de antena que se comunica con el controlador central a través de una red de datos utilizando la clave pública.

42. El método de la reivindicación 41, que incluye que cada detonador remoto y/o cada sistema de antena proporcione una clave de cifrado de protocolo de enlace que es única/casi única para cada detonador remoto y/o cada sistema de antena, y que encripte y envíe la clave de cifrado de protocolo de enlace al controlador central utilizando la clave pública y la red de datos.

43. El método de la reivindicación 42, que incluye que el controlador central proporcione una clave de cifrado de comunicaciones única/casi única para cada detonador remoto y/o cada sistema de antena, y que cifre y envíe la clave de cifrado de comunicaciones en un segundo mensaje de protocolo de enlace a cada detonador remoto y/o cada sistema de antena utilizando la clave de protocolo de enlace y la red de datos.

44. El método de la reivindicación 43, que incluye el controlador central y cada detonador remoto y/o cada sistema de antena que se comunican entre sí utilizando la clave de cifrado de comunicaciones y la red de datos.

45. El método de cualquiera de las reivindicaciones 41 a 44, que incluye que el controlador central proporcione una clave de cifrado de difusión que no es única/casi única para cada detonador remoto y/o cada sistema de antena, y que envíe la clave de cifrado de difusión a cada detonador remoto y/o cada sistema de antena utilizando la red de datos.

46. El método de la reivindicación 45, que incluye el controlador central que cifra y envía instrucciones de comando de explosión a cada detonador remoto y/o a cada sistema de antena utilizando la clave de cifrado de transmisión y la red de datos.

47. El método de cualquiera de las reivindicaciones 27 a 40, que incluye:

el controlador central que proporciona un par de claves de cifrado asimétricas pública-privada con una clave pública y una clave privada;

el controlador central se conecta comunicativamente a cada detonador remoto y/o cada sistema de antena a través de las respectivas interfaces de comunicaciones seguras para proporcionar por separado la clave pública a cada detonador remoto y/o cada sistema de antena; y

cada detonador remoto y/o cada sistema de antena se comunica respectivamente con el controlador central a través de una red de datos utilizando la clave pública.

48. El método de la reivindicación 47, que incluye que cada detonador remoto y/o cada sistema de antena proporcione una clave de cifrado de protocolo de enlace única/casi única para cada detonador remoto y/o cada sistema de antena, y que encripte y envíe la clave de cifrado de protocolo de enlace al controlador central utilizando la clave pública y la red de datos.

49. El método de la reivindicación 48, que incluye que el controlador central proporcione una clave de cifrado de comunicaciones única/casi única para cada detonador remoto y/o cada sistema de antena, y que cifre y envíe la clave de cifrado de comunicaciones en un segundo mensaje de protocolo de enlace a cada detonador remoto y/o cada sistema de antena utilizando la clave de protocolo de enlace y la red de datos.

50. El método de la reivindicación 49, que incluye el controlador central y cada detonador remoto y/o cada sistema de antena que se comunican entre sí utilizando la clave de cifrado de comunicaciones y la red de datos.

51. El método de cualquiera de las reivindicaciones 47 a 50, que incluye que el controlador central proporcione una clave de cifrado de difusión que no es única/casi única para cada detonador remoto y/o cada sistema de antena, y que envíe la clave de cifrado de difusión a cada detonador remoto y/o cada sistema de antena utilizando la red de datos.

52. El método de la reivindicación 51, que incluye el controlador central que cifra y envía instrucciones de comando de explosión a cada detonador remoto y/o a cada sistema de antena utilizando la clave de cifrado de transmisión y la red de datos.