



# **MANUAL DE USO**

**LOCALIZADOR DE CABLES  
E INFRAESTRUCTURAS SUBTERRÁNEAS**

**LKZ-1500-LITE • LKZ-1500**





# **MANUAL DE USO**

## **LOCALIZADOR DE CABLES E INFRAESTRUCTURAS SUBTERRÁNEAS**

**LKZ-1500-LITE  
LKZ-1500**



**SONEL S.A.  
Wokulskiego 11  
58-100 Świdnica**

Versión 2.01 12.01.2022

El localizador LKZ-1500 es un dispositivo moderno de medición de alta calidad, fácil y seguro de usar. Lea y cumpla estas instrucciones para evitar errores de medición y prevenir posibles problemas relacionados con el funcionamiento del dispositivo.

# ÍNDICE

<b>1 Seguridad</b>	<b>5</b>
<b>2 Descripción del sistema</b>	<b>6</b>
<b>3 Transmisor LKN-1500</b>	<b>6</b>
3.1 Descripción del principio de funcionamiento del transmisor	7
3.2 Aspecto y placa frontal del transmisor	7
3.3 Medidas de seguridad	8
3.4 Trabajo con el transmisor	9
3.4.1 Señalización con luces sobre el estado y los modos de trabajo del transmisor	9
3.4.2 Conexión directa – modo galvánico	10
3.4.2.1 Conexión del dispositivo al objeto	10
3.4.2.2 Selección de frecuencia	10
3.4.2.3 Ajuste de la potencia de salida de la señal	11
3.4.2.4 Selección del modo de trabajo del transmisor	11
3.4.2.5 Limitación del nivel de la tensión de salida	12
3.4.3 Excitación de corriente sin contacto en la línea – el modo inductivo	12
3.4.3.1 Inductor interno del transmisor	12
3.4.3.2 Trabajo con la pinza de emisión	13
<b>4 Receptor LKO-1500-LITE / LKO-1500</b>	<b>14</b>
4.1 Descripción de las normas de funcionamiento del receptor	14
4.2 Aspecto y panel frontal del receptor	14
4.3 Utilizar el receptor	18
4.4 <b>LKO-1500</b> Descripción de la configuración básica de los ajustes del Menú	18
4.5 <b>LKO-1500</b> <b>LKO-1500-PRO</b> Modos de trabajo del receptor	20
4.6 Métodos de búsqueda de objetos	23
4.6.1 Selección de frecuencia de trabajo	23
4.6.2 Los métodos de la señal máxima y mínima y la dirección de la corriente	23
4.6.2.1 Modo de ubicación de el "máximo"	24
4.6.2.2 <b>LKO-1500</b> Búsqueda del máximo con la ampliación de la escala de 1:4	25
4.6.2.3 Forma de buscar en la escala del "mínimo"	25
4.6.2.4 <b>LKO-1500</b> Búsqueda utilizando la opción "Brújula, línea"	27
4.6.2.5 <b>LKO-1500</b> Búsqueda en la dirección de la corriente	29
4.6.3 Métodos para medir la profundidad y la corriente que fluye a través de la línea	30
4.6.3.1 Medición de profundidad	31
4.6.3.2 Medición de la corriente	31
4.6.3.3 Medición de profundidad con el método indirecto "-6dB"	32
4.6.3.4 Búsqueda con la especificación de dirección de la corriente a través del objeto	33
4.7 Estudio del área	34
4.7.1 Comprobación del área sin usar el transmisor	34
4.7.2 Estudio del área utilizando el transmisor LKN	35
4.7.2.1 Método de 1-persona	35
4.7.2.2 Método de 2 personas	36
<b>5 Métodos de detección de personas en las tuberías y líneas de cables</b>	<b>37</b>
5.1 El método de detectar el daño en el aislamiento con la ayuda de la corriente de fuga	37
5.2 <b>LKO-1500</b> Detección del daño en el aislamiento con el Marco A o con el sensor DKI-	
E 37	
5.2.1 Detección de daños en el aislamiento con el método de disminución de la señal	38
5.2.2 Detección de daños en el aislamiento con el método de aumento de la señal	39
5.2.3 Localización del daño en las líneas de cable	40

5.2.3.1	DetECCIÓN DEL LUGAR DE CORTOCIRCUITO ENTRE LOS CONDUCTORES DEL CABLE .....	40
5.2.3.2	<b>LKO-1500</b> DETECCIÓN DEL LUGAR DE CORTOCIRCUITO DEL CONDUCTOR RESPECTO AL BLINDAJE DEL CABLE.....	40
5.2.3.3	<b>LKO-1500</b> LOCALIZACIÓN DEL DAÑO DE AISLAMIENTO Y DEL CORTOCIRCUITO EN LA TIERRA .....	41
<b>6</b>	<b><b>LKO-1500</b> Guardar los resultados y el trabajo con el GPS.....</b>	<b>42</b>
6.1	Ajustes del receptor para el trabajo con el módulo GPS .....	43
6.2	Guardando el trazado .....	44
6.2.1	Se guarda después de pulsar .....	44
6.2.2	Guardar automáticamente las coordenadas – Autotracking .....	44
6.2.3	Registros .....	45
6.2.4	Distancia.....	45
6.2.5	Envío de archivos del trazado al PC.....	45
<b>7</b>	<b>Alimentación .....</b>	<b>46</b>
7.1	Alimentación del LKN-1500.....	46
7.2	Alimentación del LKO-1500-LITE / LKO-1500.....	46
<b>8</b>	<b>Posibles fallos y formas de eliminarlos .....</b>	<b>47</b>
8.1	Transmisor LKN-1500 .....	47
8.2	Receptor LKO-1500-LITE / LKO-1500 .....	47
<b>9</b>	<b>Mantenimiento y reparación .....</b>	<b>48</b>
<b>10</b>	<b>Transporte y almacenamiento.....</b>	<b>48</b>
<b>11</b>	<b>Desmontaje y eliminación.....</b>	<b>48</b>
<b>12</b>	<b>Datos técnicos .....</b>	<b>49</b>
12.1	Transmisor LKN-1500 .....	49
12.1.1	Datos técnicos básicos .....	49
12.1.2	Otros datos técnicos .....	50
12.2	Receptor LKO-1500-LITE / LKO-1500 .....	50
12.2.1	Datos técnicos básicos .....	50
12.2.2	Otros datos técnicos .....	51
<b>13</b>	<b>Accesorios.....</b>	<b>52</b>
13.1	Accesorios estándar.....	52
13.2	Accesorios adicionales.....	52
<b>14</b>	<b>Servicio .....</b>	<b>53</b>

# 1 Seguridad

Con el fin de garantizar el manejo adecuado y la corrección de los resultados obtenidos se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Antes de utilizar el aparato, asegúrese de leer estas instrucciones, siga las normas de seguridad y las recomendaciones del fabricante.
- El uso del instrumento distinto del especificado en este manual de instrucciones, puede causar daño y ser fuente de un grave peligro para el usuario.
- El localizador LKZ-1500 puede ser utilizado sólo por las personas cualificadas que estén en condiciones para trabajar con las instalaciones eléctricas. El uso del dispositivo por personas no autorizadas puede dañar el dispositivo y ser fuente de un grave peligro para el usuario.
- El uso de este manual no excluye la necesidad de cumplir con las normas de salud y seguridad en el trabajo y otras respectivas regulaciones contra el fuego requeridas durante la ejecución de los trabajos del determinado tipo. Antes de empezar a usar el dispositivo en circunstancias especiales, p. ej. en atmósfera peligrosa respecto a la explosión y el fuego, es necesario consultar con la persona responsable de la salud y la seguridad en el trabajo.
- Es inaceptable usar el dispositivo que está dañado y ineficaz completa o parcialmente de, por ejemplo con los cables dañados o almacenarlo demasiado tiempo en malas condiciones (por ejemplo con mucha humedad).
- No dejar el transmisor conectado a la instalación sin supervisión.
- No desconectar los cables del objeto durante el trabajo del transmisor.
- Las reparaciones pueden ser realizadas sólo por el servicio técnico autorizado.



## ADVERTENCIA

**La desconexión del cable de protección está relacionada con grave peligro para la vida de las personas que realizan la localización y terceros. Siempre que sea posible se debe desconectar primero la tensión de alimentación y el cable (los cables) de fase. Tener mucho cuidado al desconectar el cable de protección o la toma de tierra del cable neutro de la instalación bajo tensión. Se debe asegurar que no haya nadie en la zona de peligro. Después de finalizar la localización es imprescindible volver a conectar el cable de protección y la toma de tierra del cable neutro.**



## ¡NOTA!

- El transmisor está diseñado para trabajar en las instalaciones sin tensión. Conectar a una tensión superior a 230 V puede dañar el dispositivo. El transmisor genera una tensión peligrosa de hasta 250 V.
- Antes de encender el transmisor hay que consultar el manual de instrucciones.



- En consecuencia del desarrollo permanente del software del dispositivo, el aspecto de las pantalla para algunas funciones puede diferir de éste presentado en el manual de uso.
- Debido al continuo desarrollo de productos y la implementación de cambios con el fin de aumentar la fiabilidad y mejorar las condiciones de trabajo son posibles pequeñas diferencias entre el producto y la descripción de su estructura en este manual.

## 2 Descripción del sistema

- El sistema del localizador LKZ-1500 consta del receptor LKO-1500 y del transmisor LKN-1500, mientras que:
  - **LKZ-1500-LITE** significa el conjunto LKN-1500 + LKO-1500-LITE,
  - **LKZ-1500** significa el conjunto LKN-1500 + LKO-1500.

El sistema permite realizar un seguimiento del trazado subterráneo de:

- cables eléctricos,
- cables de control, telecomunicación y transmisión de datos,
- instalaciones de pararrayos y protección catódica,
- instalaciones de agua y alcantarillado,
- instalaciones de calefacción y tubos preaislados,
- otros objetos metálicos que pueden conducir la electricidad.

**LKO-1500** El icono con el nombre del medidor marca fragmentos de texto relacionados con funciones específicas del dispositivo. Todas las demás partes del texto se aplican a todos los tipos de instrumentos.

## 3 Transmisor LKN-1500

El transmisor está diseñado para generar y transmitir señales en la línea examinada, en el objeto y junto con el receptor LKO permite localizar el trazado, determinar la profundidad del objeto y el lugar del aislamiento dañado, por ejemplo de los cables o tuberías. La forma de la corriente de salida LKN-1500 es una onda sinusoidal modificada.

El transmisor puede colaborar con cualquier receptor LKO que tiene la frecuencia de trabajo correspondiente. El transmisor está alimentado por una batería incorporada de plomo-ácido de 12 V, 7 A/h que está completamente sellado y libre de mantenimiento. Está permitido alimentar el transmisor desde una fuente externa de CC de 12 V que proporciona la potencia necesaria.

El transmisor controla independientemente la tensión de alimentación y señala su caída en el rango de 11,0 a 10,5 V. Cuando el voltaje cae por debajo de 10,5 V...10,0 V, el dispositivo se apaga automáticamente.



### ¡NOTA!

La batería debe recargarse periódicamente hasta su tensión nominal. El estado de la descarga profunda (tensión inferior a 10 V) que puede producirse, por ejemplo, debido a un almacenamiento prolongado, provoca daños irreversibles en la batería y hace necesaria su sustitución.

La batería se carga directamente después de conectar la clavija del cargador a la toma del cargador del transmisor. El diseño del transmisor proporciona protección de la batería contra la sobrecarga.

El transmisor puede funcionar en tres modos para generar una señal:

- a) la generación de una señal continua,
- b) la generación de una señal de impulso  $\frac{2}{3}$  (1 s – la señal generada, 0,5 s – pausa)
- c) la generación de una señal de impulso  $\frac{1}{2}$  (0,5 s – la señal generada, 0,5 s – pausa)

### 3.1 Descripción del principio de funcionamiento del transmisor

El principio de funcionamiento del transmisor se basa en una transformación de la fuente de energía de alimentación de CC en la señal alterna. Para este fin, el microprocesador controla la generación de las respectivas señales de transmisión. En el control del microprocesador también se realiza la adaptación de la señal del transmisor a la carga para proporcionar la máxima potencia de salida. La información sobre el modo de trabajo y el estado del transmisor se muestran en el panel de control.

### 3.2 Aspecto y placa frontal del transmisor



Fig. 1. Aspecto del transmisor LKN-1500

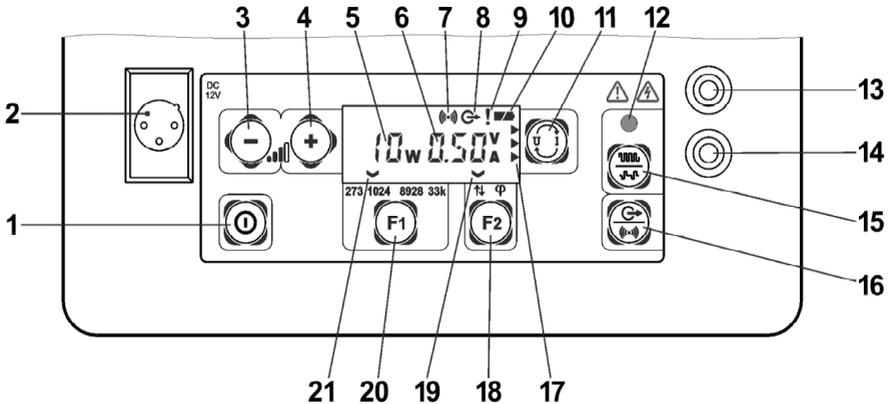


Fig. 2. Panel frontal del transmisor LKN-1500

**Tab. 1 Descripción del panel de control y pantalla del transmisor LKN-1500**

Nº	Descripción de funciones
1.	Botón de encendido / apagado del transmisor
2.	Toma del cargador para la batería incorporada o para conectar una batería externa
3.	Botón para bajar la potencia de salida
4.	Botón para subir la potencia de salida
5.	Indicador de la potencia de salida
6.	Indicador de la corriente de salida [A] y de la tensión [V]
7.	Símbolo de inducción de la señal
8.	Símbolo de transmisión de la señal a través de la toma "Salida"
9.	Indicador de estado de la fuente de alimentación externa
10.	Indicador del nivel de carga de la batería de transmisor
11.	Botón para cambiar el indicador (sección 6) en el valor de la corriente de salida [A] o la tensión [V]
12.	Indicador de estado de la señal de salida del transmisor
13.	Toma de salida para conectar la carga. Cuando se conecta directamente el cable, hay que conectar la toma al objeto
14.	Toma para conectar la sonda de puesta a tierra
15.	Botón "Modo de generación". Para elegir el modo continuo o por impulsos para generar la señal (ver la punto 3)
16.	Botón para seleccionar el modo de emisión de la señal: inducción o conexión galvánica directa
17.	Símbolos que indican un proceso activo de carga de la batería interna
18.	Botón de selección del tipo de la señal de frecuencia doble / simple
19.	Símbolo de selección de la frecuencia doble
20.	Botón de selección de la frecuencia de señal
21.	Indicador de selección del valor nominal de la frecuencia generada

### 3.3 Medidas de seguridad

Solo el personal calificado que conoce el contenido de este manual y los requisitos de seguridad eléctrica puede usar el transmisor.



#### ADVERTENCIA

- El nivel de tensión de salida en las tomas de transmisión durante el funcionamiento, con el circuito conectado, puede alcanzar el valor de 240 V. Durante el funcionamiento del transmisor, está prohibido tocar las partes conductoras.
- Conectar y desconectar el transmisor del objeto examinado debe realizarse sólo cuando el transmisor está apagado.



#### ¡NOTA!

- Antes de iniciar el trabajo, hay que comprobar el estado de las tomas de salida y el área alrededor de ellas. Si es necesario, limpiar la suciedad en las tomas. No utilizar el transmisor y los accesorios si tienen daños mecánicos. Durante el trabajo del transmisor evitar la humedad y utilizarlo de acuerdo con las instrucciones.
- Para evitar el sobrecalentamiento del transmisor, no colocarlo durante mucho tiempo a pleno sol.

### 3.4 Trabajo con el transmisor

En caso de que el transmisor ha sido expuesto a temperaturas fuera del rango de operación, antes de ponerlo en marcha hay que dejarlo durante dos horas a la temperatura de trabajo.

El transmisor enciende y apaga pulsando el botón  (ver sección 1 Fig. 2). Después de encender, el transmisor ajusta el nivel mínimo de potencia de salida y la frecuencia de 273 [Hz], pero la tensión de salida no está limitada. Los modos de trabajo del transmisor, el estado de la batería interna o la fuente de alimentación externa se muestran en la pantalla del transmisor. Véase también el Tab. 2.

#### 3.4.1 Señalización con luces sobre el estado y los modos de trabajo del transmisor

Tab. 2 Descripción de las señales de luces y modos de trabajo del transmisor.

Posición del indicador Fig. 2	Estado del indicador	Modo de trabajo y estado del transmisor
 punto 8	Luz intermitente	El transmisor se está ajustando a la carga.
	Luz continua	El transmisor y la carga están ajustados.
 punto 15	Luz continua verde	Funcionamiento normal del transmisor en modo continuo.
	Luz intermitente verde	Funcionamiento normal del transmisor en modo intermitente.
	Luz rojo intermitente con una frecuencia de 1 [Hz]	El sobrecalentamiento del transmisor, la generación de la señal se interrumpe. La generación se reanuda sólo después de enfriamiento, pero no antes de un minuto.
	Luz continua roja	Presencia de la tensión externa en las tomas "Salida". El transmisor está conectado probablemente a un circuito bajo tensión.
 punto 10	Luz continua	Tensión de la batería interna en norma.
	Parpadea medio símbolo de la batería	La tensión de la batería interna en el rango de 11,0 V a 10,5 V, lo que indica una descarga completa de la batería.
	Parpadea el símbolo de la batería	La tensión de la batería interna por debajo de 10,5 V. Después de un minuto el transmisor se apagará (apagado automático).
 punto 9	Ningún símbolo	Tensión de alimentación de energía externa en norma.
	Luz continua	La tensión de fuente de alimentación externa en el rango de 11,0 V a 10,5 V. Es posible que la batería externa está descargada.
	Luz intermitente	La bajada de la tensión de la batería externa por debajo de 10,5 V. Después de un minuto el transmisor se apagará (apagado automático).
 punto 17	Ir de arriba abajo	La batería se está cargando.
	Los tres iconos tienen la luz continua	Batería cargada.

## 3.4.2 Conexión directa – modo galvánico

### 3.4.2.1 Conexión del dispositivo al objeto



#### ADVERTENCIA

Asegurarse de que la instalación examinada está sin tensión. La conexión de la carga a la salida sólo se permite cuando el transmisor está apagado. Está prohibido conectar directamente el transmisor al objeto examinado que está bajo tensión.

La sonda de toma a tierra, situada en el transmisor, se clava en el suelo a una distancia de unos 5-10 metros desde el transmisor. Para aumentar la eficacia de la puesta a tierra de la sonda debe colocarse lo más profundo posible en el suelo. A la toma de salida del transmisor  (Fig. 2 punto 14), conectar el cable azul. El otro extremo del cable se fija en la sonda insertada previamente en la tierra utilizando una pinza de cocodrilo azul. Con un cable rojo conectar la toma de salida del transmisor (Fig. 2, punto 13), a la parte conductora del objeto (ver la Fig. 3).

Si es necesario detectar un objeto aislado de tierra, es mejor conectarlo a tierra en el otro extremo (ver Fig. 4), lo que permitirá recibir la corriente máxima de búsqueda. De lo contrario, la corriente fluirá a la tierra por la capacidad del aislamiento, pero su valor será menor, lo que reducirá considerablemente el alcance y la profundidad de detección.

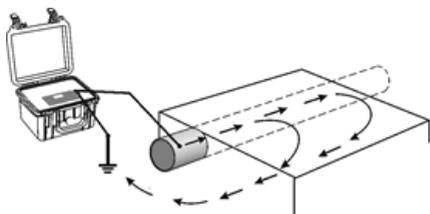


Fig. 3. Conexión del transmisor a la tubería

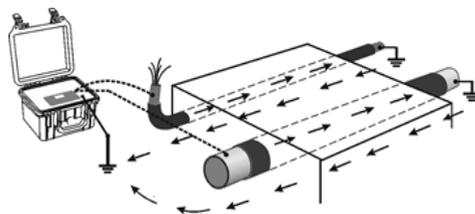


Fig. 4. Conexión del transmisor al blindaje del cable con la toma a tierra o a la tubería

Dependiendo de las necesidades, por ejemplo para detectar el lugar del aislamiento dañado, es posible utilizar otras formas de conectar el transmisor al objeto. Más información en la sección sobre el trabajo con el "Marco A".

### 3.4.2.2 Selección de frecuencia

Encender el transmisor y ajustar la frecuencia deseada de la señal de salida, la potencia y el modo de trabajo. Además, con el botón  para seleccionar la generación de la señal por las tomas de salida del transmisor. En la pantalla aparece el símbolo . La selección de ajustes depende de las condiciones específicas de detección y la naturaleza de la tarea y requiere que el operador tenga ciertas habilidades prácticas.

Selección de la frecuencia de la señal del transmisor se realiza pulsando el botón  moviéndose en el bucle de frecuencias particulares: 273 → 1024 → 8928 → 33k → 273etc. Encima de los valores de señales de la frecuencia única se muestra el indicador (ver sección 1 en la Fig. 2).

Ajuste de la señal de doble frecuencia se realiza pulsando el botón . Se señaliza con el icono  $\uparrow\downarrow$  para doble frecuencia de 1024 [Hz] y  $\Phi$  para doble frecuencia de 8928 [Hz].

La señal de baja frecuencia en el suelo húmedo permite recibir el rango máximo de detección y disminuye la penetración de la señal en otras instalaciones subterráneas (273, 526 o 1024 [Hz]). Hay que tener en cuenta que en baja frecuencia aumentan las interferencias de las corrientes de frecuencia industrial y las señales de las líneas de telecomunicación cercanas.

En el suelo seco a alta frecuencia 8928 [Hz] será mejor el rango de detección y menos influencia de la interferencia de las líneas de energía. Al buscar los cables blindados, con extremos no conectados a tierra, se recomienda el uso de una frecuencia máxima de 33 [kHz]. En este caso, se genera mayor corriente de búsqueda que se crea gracias a la capacidad de aislamiento distribuido al suelo. Además, alta frecuencia se usa en caso de conexión sin contacto (inductiva) del transmisor al objeto (ver Fig. 5).

Se debe tener en cuenta que a alta frecuencia hay una mayor penetración de la señal del transmisor a las líneas adyacentes (objetos), lo que puede conducir a una dirección de búsqueda incorrecta.

Durante la colaboración del transmisor con los receptores LKO1500, en zonas con alta densidad de infraestructura subterránea, se puede utilizar la función de determinar la dirección de la corriente. La dirección de corriente del transmisor (flujo de corriente hacia delante) o al transmisor (flujo inverso de la corriente a través de las líneas adyacentes). Para este modo hay que ajustar la generación de la señal del transmisor de doble frecuencia de 1024 [Hz] se indica con  $\uparrow\downarrow$ . Seleccionar una frecuencia común para el receptor, es decir, 1024 [Hz].

### 3.4.2.3 Ajuste de la potencia de salida de la señal

La selección de la potencia de salida del transmisor debe ajustarse en función del tiempo de funcionamiento previsto de la localización, los parámetros de la fuente de alimentación y la duración estimada del objeto.

Aumentar o disminuir la potencia de salida se realiza mediante los botones . La potencia de la salida del transmisor se muestra en la pantalla (punto 5 Fig. 2), así como la tensión de salida [V] y la corriente de la señal de salida [A] (punto 6 Fig. 2). Selección del parámetro visualizado se realiza pulsando el botón .

Si no se puede recibir la corriente deseada, comprobar la calidad de toma a tierra y/o cambiar la frecuencia de la señal para un determinado tipo de suelo. Si el generador no es capaz de proporcionar la potencia determinada, entonces la limita automáticamente hasta el valor máximo posible para la carga dada. En caso de muy alta resistencia de la carga, cuando el transmisor no puede proporcionar la potencia mínima (por ejemplo hay una ruptura en el circuito de carga), entonces en la pantalla de indicación de potencia aparece "-1". La limitación de la potencia de salida puede ser causada por la capacidad insuficiente de la batería.

El tiempo de ajustar el transmisor a la carga, por lo general dura menos de un minuto. Si el ajuste dura mucho tiempo, es recomendable comprobar la calidad de las conexiones y de puesta a tierra, cambiar la potencia de salida o entrar en modo de la generación continua.

### 3.4.2.4 Selección del modo de trabajo del transmisor

El transmisor proporciona el modo de generación continua y por impulsos de la señal. Se recomienda utilizar el modo continuo para localizar el trazado y determinar la profundidad del aislamiento dañado del cable. Se recomienda el modo por impulsos para buscar el objeto con muchas interferencias o con una señal débil en el receptor, ya que en este modo es más fácil definir su propia señal después de una pausa característica. En este modo, el transmisor también reduce el consumo de energía. El cambio del transmisor del modo con impulsos al modo continuo se realiza

pulsando el botón  y se reproduce el diodo verde sincónicamente con la dirección de la señal de salida (punto 12 Fig. 2).

#### 3.4.2.5 Limitación del nivel de la tensión de salida

El modo de limitación del nivel de la tensión de salida de hasta 30 V se utiliza por razones de seguridad de trabajo, se recomienda que la tensión de salida esté limitada por el peligro de tocar el cable durante la identificación del hilo del cable.

Para activar la limitación del nivel de la tensión de salida mantener pulsado el botón  y pulsar simultáneamente el botón  (sección 3 Fig. 2). En la pantalla parpadea el símbolo de tensión "V". Si el transmisor no es capaz de proporcionar la potencia inducida, entonces se limita la potencia al valor máximo posible para una carga dada.

Para anular la limitación de la tensión de salida mantener pulsado el botón  y pulsar simultáneamente el botón  (sección 4 Fig. 2).

### 3.4.3 Excitación de corriente sin contacto en la línea – el modo inductivo

En caso de no poder conectar directamente el transmisor al objeto en modo galvánico (porque por ejemplo el objeto está bajo tensión) la corriente en el objeto examinado se puede inducir con un inductor incorporado en el transmisor o usando la pinza inductiva.

#### 3.4.3.1 Inductor interno del transmisor

La bobina colocada en el transmisor emite un campo magnético que induce una corriente en el objeto. Esta corriente es mayor cuanto menor es la resistencia del circuito cerrado cuya parte es la línea por localizar. La mejor solución es conectar a tierra los extremos de la línea como se muestra en la Fig. 5. En caso de ausencia de dicha toma de tierra, la corriente en la línea buscada será más pequeña, debido a que su valor depende de la corriente capacitiva del aislamiento de la línea, en caso del aumento de frecuencia aumenta esta corriente.

Durante el funcionamiento, en modo inductivo, el transmisor debe estar colocado de forma perpendicular al eje de la línea examinada (Fig. 5).

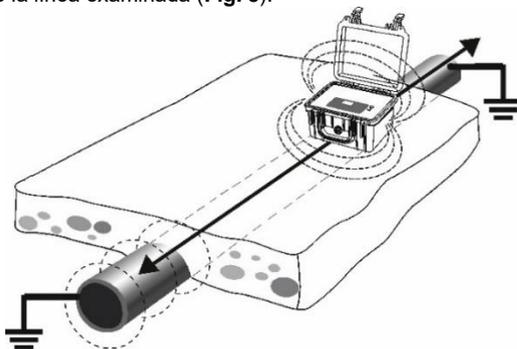


Fig. 5. Excitación inductiva de la corriente en el objeto examinado

Para activar el inductor interno en el transmisor pulsar el botón . En la pantalla se muestra el símbolo . El inductor interno del transmisor tiene una eficacia máxima a una frecuencia de 33 [kHz].

Hay que tener en cuenta que:

- la corriente inducida en la línea por un inductor interno será mucho más pequeña que en caso de conexión galvánica directa,
- la señal de inducción rodea todos los conductores de la electricidad que están al lado, lo que puede sugerir una dirección de búsqueda incorrecta,
- la corriente inducida en el objeto será mayor cuanto más cerca está el transmisor.

### 3.4.3.2 Trabajo con la pinza de emisión

En caso en que hay acceso a la línea (por ejemplo el cable de alta tensión sale hacia el exterior) es aconsejable aplicar la **pinza de transmisión**. La pinza inducirá una mayor corriente de búsqueda en el objeto y prevendrá la excitación de la señal en las líneas (objetos). La selección de las pinzas dependerá del diámetro del conducto abarcado (véase también sección 13.2).

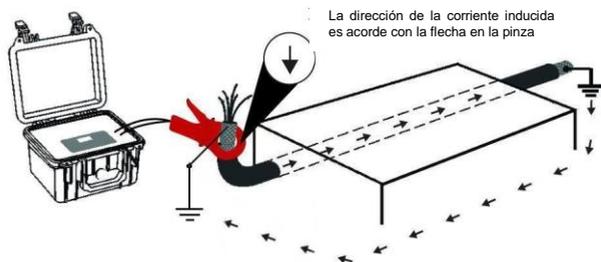


**¡NOTA!**

Está prohibido poner la pinza a los cables sin aislamiento y que están bajo tensión.

Con el fin de obtener la corriente máxima en el circuito del segmento de línea examinada hay que proporcionar la resistencia más pequeña. También debe tenerse en cuenta que el tamaño de la corriente inducida por la pinza en la línea aislada y/o líneas sin toma a tierra, será mayor cuanto mayor es la frecuencia de trabajo.

Conectar la pinza a las tomas de salida del transmisor, teniendo en cuenta las indicaciones de las líneas de conexión. El cable marcado con la letra **E** con la toma a tierra del transmisor  y el cable con la letra "H" con la toma de carga (sección 13 Fig. 2). Poner la pinza en la línea examinada y asegurar un cierre hermético de las dos mordazas (**Fig. 6**). En el panel del transmisor pulsando el botón  ajustar la frecuencia de las disponibles.



**Fig. 6. Excitación inductiva de la corriente en el objeto examinado con el uso de las pinzas de transmisión**

## 4 Receptor LKO-1500-LITE / LKO-1500

El receptor LKO-1500 con los transmisores LKN-1500 se utiliza para examinar las líneas de cable, tuberías y otra infraestructura subterránea. Sin embargo, el receptor puede trabajar de forma independiente, sin necesidad de utilizar el transmisor, es decir:

- detectar las líneas eléctricas con los señales de transmisión con la frecuencia de la red industrial de 50 Hz y 550 Hz,
- detectar el trazado y el lugar de daño en el aislamiento de tuberías con las señales de protección electroquímica de 100 Hz y 300 Hz,
- detectar el fallo de puesta a tierra de los armónicas de corrientes con la frecuencia industrial de 550 Hz y 1450 Hz,
- detectar la infraestructura subterránea con las señales inducidas de los canales de telefonía y transmisión en la banda de 48 Hz a 14 kHz (marcado en el receptor con el símbolo SB, llamado Éter),
- detectar la infraestructura subterránea con las señales inducidas de los canales de transmisión en la banda de frecuencia de 10 kHz a 36 kHz (marcado en el receptor con el símbolo Radio).

### 4.1 Descripción de las normas de funcionamiento del receptor

El receptor utiliza el método de inducción para buscar infraestructuras subterráneas y localizar el lugar de daño del cable eléctrico. Conectar los sensores extraíbles permite localizar el lugar de daño en el aislamiento en la línea subterránea al medir la tensión causada por el flujo de la corriente en el suelo.

Las corrientes de la línea inducidas en la antena con el campo magnético alterno y/o con la tensión inducida en los sensores se convierten en señales eléctricas que son amplificadas y procesadas por el procesador digital. Luego, los niveles de estas señales se muestran en la pantalla en forma de una escala lineal y el valor digital en "dB" o "V". Las indicaciones de escala en la pantalla puede ser complementadas por una señal de sonido con una intensidad proporcional.

### 4.2 Aspecto y panel frontal del receptor



Fig. 7. Aspecto y marcaje de tomas del receptor

Nº	Descripción de funciones
1.	Toma de alimentador, 12 V / 0,5 A (pin central tiene una polaridad negativa $\ominus$ $\ominus$ $\oplus$ )
2.	Toma de auriculares – Jack 6,3 mm
3.	Cubierta de la cámara de alimentación
4.	<b>LKO-1500</b> Toma para conectar accesorios adicionales (marco-A)
5.	Altavoz

Para facilitar su manejo, se puede añadir una protección contra el sol, fijándola por el asa del receptor mediante dos cintas de velcro.



Fig. 8. Receptor con protección contra el sol

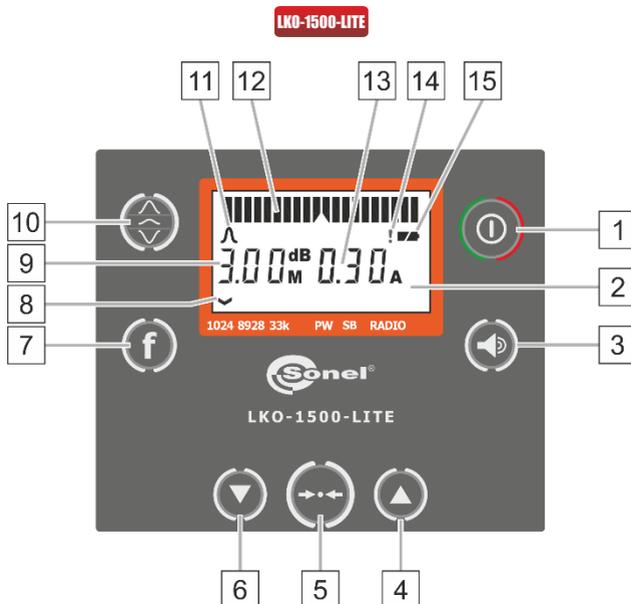
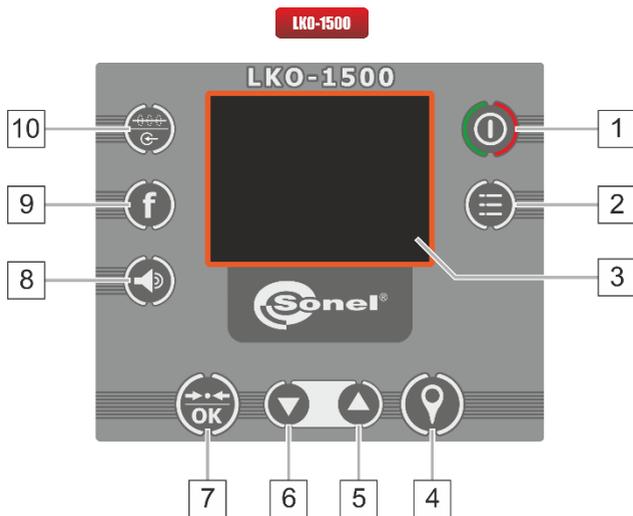


Fig. 9. Panel del receptor LKO-1500-LITE



**Fig. 10. Panel del receptor LKO-1500**

**Cuadro. 3 Descripción del panel de mando y de la pantalla del transmisor LKO-1500**

Lp.	Descripción de funciones	
	LKO-1500-LITE	LKO-1500
1.	Botón de encendido y apagado del receptor	Botón de encendido y apagado del receptor
2.	Pantalla del transmisor	Botón de menú – entrar/salir del menú
3.	Botón para cambiar el volumen	Pantalla del transmisor
4.	Botones para aumentar la amplificación	El botón de guardar los parámetros mostrados en la pantalla y de as coordenadas geográficas, para su posterior envío al PC
5.	El botón del ajuste de amplificación para el nivel particular de la señal	Botones para aumentar la amplificación y la navegación en "MENU"
6.	Botones para disminuir la amplificación	Botones para disminuir la amplificación y la navegación en "MENU"
7.	Botón de conmutación de frecuencia de trabajo	El botón del ajuste de amplificación para la señal en el canal "Trazado" o "SENSOR" (dependiendo del modo actual). Medición de la profundidad y de la corriente con la función activada "Auto medición". En el "MENU" – activación/desactivación de la opción seleccionada.
8.	Frecuencia de trabajo	Botón para cambiar el volumen
9.	Profundidad del objeto o del nivel de amplificación (dB)	Botón para cambiar la frecuencia de trabajo
10.	Botón MODO para elegir el modo de búsqueda: máximo de pico, máximo equilibrado, mínimo).	Botón para seleccionar los modos de búsqueda – "MODO". En modo "Trazado-SENSOR" ajusta las áreas de control para cambiar la frecuencia y la amplificación entre los canales "Trazado" a "SENSOR".
11.	<p> Símbolos del modo activo de búsqueda:</p>  <p>  máximo de pico   maximum equilibrado   mínimo                 </p>	-
12.	Gráfico de barras de la intensidad de la señal de entrada	-
13.	Corriente del objeto examinado.	-
14.	Símbolo de superación de la señal de entrada admisible	-
15.	Indicador luminoso de carga de batería	-

### 4.3 Utilizar el receptor

Cuando se trabaja con un cable bajo tensión hay que observar las normas de seguridad pertinentes.

No inducir la tensión superior a 42 V a las partes metálicas y a la toma del receptor. Si el receptor estaba a una temperatura diferente de la temperatura de trabajo especificada, antes de su uso hay que mantenerlo a temperatura de trabajo por lo menos 1 hora.

Retirar el dispositivo de la funda y comprobar las protecciones, fijaciones y si no hay daños mecánicos en la carcasa del receptor y en la fuente de alimentación.

El aparato se enciende con el botón . Una vez encendido, se visualiza el número de la versión del software y de la tensión de alimentación.

LKO-1500-LITE

Si la tensión es inferior a 5,8 V, cabe recargar la batería o sustituir las pilas.

Durante el trabajo, la tensión de alimentación se señala mediante el icono de batería (Fig. 9, punto 15). La batería completamente cargada se muestra como un símbolo de batería llena. Si la batería está parcialmente descargada se muestra como media batería. Si la tensión de alimentación cae por debajo de 5,8 V, el símbolo de la batería empieza a parpadear.



### 4.4 **LKO-1500** Descripción de la configuración básica de los ajustes del Menú

Pulsar el botón  para entrar o salir de los ajustes. La navegación por el menú se realiza mediante los botones de aumentar/disminuir la amplificación . La selección de parámetros, el cambio o la confirmación se realiza pulsando el botón .

En el submenú **Display** se encuentran las siguientes posiciones.

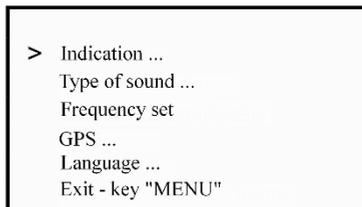


Fig. 11. Menú principal

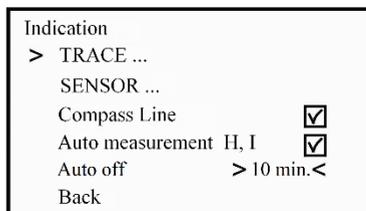


Fig. 12. Menú "Display" en LKO-1500

- **Trazado** – la selección del "máximo" para la señal, encendido/apagado de mostrar la escala de "máximo" y "mínimo".

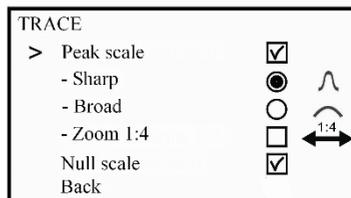


Fig. 13. Menú "Display" / "Trazado"

- **SENSOR** – la selección de visualización del nivel de la señal en la entrada de toma "SENSOR" en unidades de dB o V, la escala 1:4.
- **LK0-1500 Medición auto. H, I** – encendido/apagado de la visualización continua en la pantalla de profundidad de la línea de comunicación (H) y el flujo de la corriente (I).

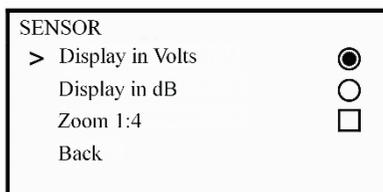


Fig. 14. Menú "Display" / "SENSOR"

- **Brújula, línea** – encendido/apagado de la función "brújula".
- **Auto off** – el tiempo de inactividad hasta el apagado automático. Opciones disponibles: deshabilitado → 10 – 20 → ... 90 min.
- En submenú **Tipo de sonido** – la selección de los sonidos.
  - **Tono** – sonido a una frecuencia única. El volumen es proporcional al nivel de la señal.
  - **Clics** – un sonido similar a la descarga en el contador de Geiger (dosímetro), la frecuencia de clics es proporcional al nivel de la señal.
  - **Natural** – para la frecuencia de 50 Hz y Éter (de 48 Hz a 14 kHz – marcado con el símbolo SB) la señal aumenta con la frecuencia de la señal (puede llevarse a cabo la localización "con el oído").

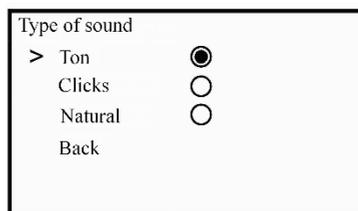


Fig. 15. Menú "Tipo de sonido"

En modo "Trazado" el sonido representa el nivel de la señal en la escala del "máximo". Después de apagar la escala del "máximo", el señal representa el nivel de la señal para la escala del "mínimo". En modo "Trazado-SENSOR" el sonido representa el nivel de la señal en la entrada de toma "SENSOR".

En el submenú **Rango de Frecuencias**, se ajusta la frecuencia por medio del botón con la flecha hacia arriba o hacia abajo (opcional  o ). La adición o eliminación de frecuencias de la lista disponible se hace con el botón . Salir pulsando el botón de menú .

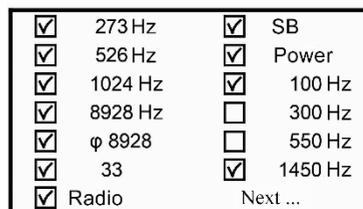


Fig. 16. Menú "Frecuencias"

En submenú **GPS** (descrito ampliamente en la sección 6):

- **Conexión con GPS** – conectar al módulo GPS.
  - **Encendido** – conexión inalámbrica.
  - **Búsqueda de GPS** – indica los dispositivos actualmente disponibles.
  - **Información** – el estado de registro, el trazado actual, la fecha, las coordenadas...
  - **PIN** – ajuste del código de vincular con el módulo GPS.
- **Conexión con PC** – conectando con un ordenador;
- **Ajustes del GPS** – programar el receptor para el trabajo con el módulo GPS;
  - Guardar el trazado como...
    - **Nuevo** – objeto nuevo
    - **Continuar en...** continuación del trazado (seleccionar entre los disponibles en el registro).  
Seleccionar el registro con las flechas arriba/abajo. Confirmar con el botón  o eliminar con el botón .
    - **Autotracking** – activar/desactivar la opción para que se guarden automáticamente los parámetros del trazado a intervalos de 1 s a 60 s.
    - **Distancia** – desde la última señal o desde el principio.
    - **Zona Horaria** – zonas horarias del mundo. Ajustable  de -13 a 13.

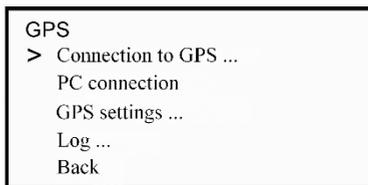


Fig. 17. Menú „GPS”

En el submenú **Language** (Idioma) – selección de idioma con .

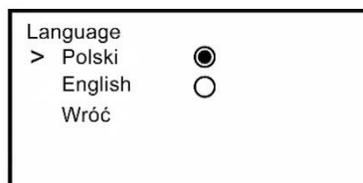


Fig. 18. Menú "Language" (idioma)

## 4.5 **LKO-1500** **LKO-1500-PRO** **Modos de trabajo del receptor**

El receptor tiene modos de trabajo:

- **Trazado** – para buscar la línea subterránea con la medición simultánea de su profundidad y la corriente que fluye a través de ella con una frecuencia de trabajo dada. Vista de la pantalla en este modo se muestra en la **Fig. 19**.
- **Trazado-SENSOR** – para detectar el lugar de daño de aislamiento en la línea y la medición simultánea de la profundidad y de la dirección del trazado y localizar la rotura, el cortocircuito o identificar los hilos en el cable. Vista de la pantalla en este modo se muestra en la **Fig. 21**.

Para cambiar del modo, pulsar y mantener pulsado el botón  durante más de 2 segundos.

Además, cuando se activa la función "Brújula, línea", se muestra la ubicación y la dirección del trazado respecto al receptor. La vista de pantalla con la función "Brújula, línea" en modo "Trazado" se muestra en la **Fig. 20**, y en modo "Trazado-SENSOR" en **Fig. 22**.

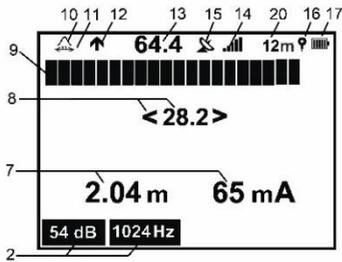


Fig. 19. Pantalla en modo "Trazado"

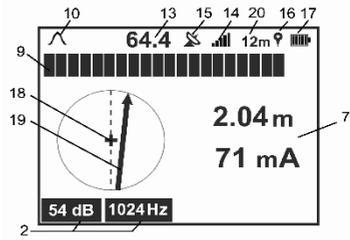


Fig. 20. Pantalla con la función de brújula

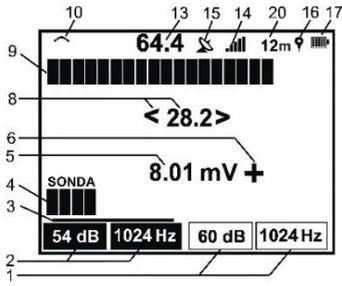


Fig. 21. Pantalla en modo "Trazado-SENSOR"

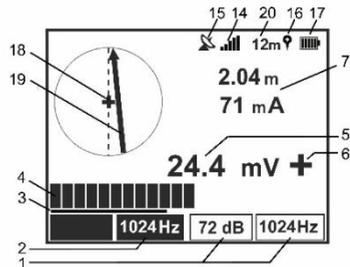


Fig. 22. Pantalla con brújula en modo "Trazado-SENSOR"



El valor mostrado del nivel de la señal de entrada en "dB" cambia su color a rojo al buscar en el "máximo" y "mínimo" (respectivamente pos. 13 y pos. 8 en la Fig. 19) en caso de sobrecarga de los canales de entrada relevantes.

Nº	Descripción de funciones
1.	Amplificación y frecuencia de trabajo del receptor en el canal "SENSOR"
2.	Amplificación y frecuencia de trabajo del receptor en el canal "Trazado"
3.	Indicador de la zona activa para los canales "Trazado" y "SENSOR" al cambiar la amplificación o la frecuencia de trabajo. Cambio de la zona activa se realiza pulsando brevemente el botón "MODO"
4.	Escala del nivel relativo de la señal en la entrada de la toma "SENSOR"
5.	Tensión en la entrada de la toma "SENSOR" en V o dB
6.	La polaridad relativa de la diferencia de potenciales en la entrada de la toma "SENSOR", causada por corrientes de fuga (ver sección 5.2.1)
7.	Valores de profundidad de la línea de comunicación y de la corriente que fluye allí - Color verde - valor exacto - Color rojo - valor aproximado (sin señal de LKN-1500)
8.	El nivel de la señal de entrada de la antena magnética en dB y la escala del nivel relativo de la señal de entrada (escala del "mínimo") mientras se busca en el mínimo indicando la dirección de comunicación (ver la sección 4.6.2.3)
9.	Escala del nivel relativo de la señal en la entrada (escala del "máximo") al buscar en el máximo (ver la sección 4.6.2.1)
10.	Símbolo del modo de búsqueda del máximo de pico  o de equilibrado  (ver la sección 4.6.2.1)
11.	Símbolo de trabajo con ampliación de la escala  (ver la sección 4.6.2.1)
12.	Símbolo de dirección del flujo de corriente:  – desde el transmisor,  – hasta el transmisor (ver la sección 4.6.2.5)
13.	Nivel de la señal de entrada de la antena magnética inferior en dB al buscar en el máximo (ver la sección 4.6.2.1)
14.	Indicador de volumen
15.	Icono de estado de la comunicación con el módulo GPS:  o  (ver la sección 6.2).
16.	Símbolo de introducción de datos del trazado  , que se muestra durante el registro (ver la sección 6.2)
17.	Símbolo de nivel de carga de la fuente de alimentación
18.	 Posición y línea del eje del receptor
19.	 Indicador de ubicación del trazado
20.	Distancia (ver la sección 6.2.4)

## 4.6 Métodos de búsqueda de objetos

### 4.6.1 Selección de frecuencia de trabajo

La selección de frecuencia depende del tipo de problema a resolver, las condiciones de trabajo y los métodos de búsqueda. El operador también debe tener habilidades prácticas. Tener en cuenta que también la eficacia de localización está afectada por la mineralización del suelo, el contenido del agua, la conductividad eléctrica del objeto y la profundidad de su deposición, la proximidad a las instalaciones industriales y muchos otros factores.

Se aconseja comenzar la localización del objeto con una baja frecuencia tanto en modo de inducción, así como en la conexión directa, y luego ir a una frecuencia más alta, si la anterior no proporciona la señal requerida. A baja frecuencia se puede recibir el rango máximo en el suelo húmedo y reducir la penetración de la señal a otros objetos. Sin embargo, a baja frecuencia, existe un efecto más fuerte de interferencias de las corrientes industriales y de las señales de las líneas de comunicación próximas.

Con el aumento de la frecuencia aumenta el rango de detección en tierra seca o congelada y reduce el impacto de interferencias de las corrientes industriales y de las señales desde los medios de comunicación próximos. Además, aparecen entonces pérdidas de la señal inferiores en presencia de los conectores aislados. Al mismo tiempo, la señal generada penetra con más fuerza en las líneas adyacentes, lo que, en consecuencia, puede llevar a determinar una dirección de búsqueda errónea.

Es posible detectar la línea (objeto) o el daño sin el transmisor. El localizador detecta las frecuencias generadas naturalmente por los objetos en los siguientes modos:

- PWR50, PWR60 - frecuencia de la corriente (50 Hz, 60 Hz) en las señales de carácter industrial (frecuencia básica o armónicos),
- 100 Hz, 300 Hz - frecuencia de las señales digitales,
- SB, Radio - frecuencias de las señales telefónicas o transmisoras.

Sin embargo, la búsqueda de señales inducidas en la línea de esta forma puede causar la dirección incorrecta de búsqueda porque en caso de la ramificación de líneas que pasan al lado es imposible reconocer el objeto examinado a base de la detección de la propia señal. El uso del receptor de esta manera requiere que el operador adquiera los conocimientos prácticos y la experiencia.

### 4.6.2 Los métodos de la señal máxima y mínima y la dirección de la corriente

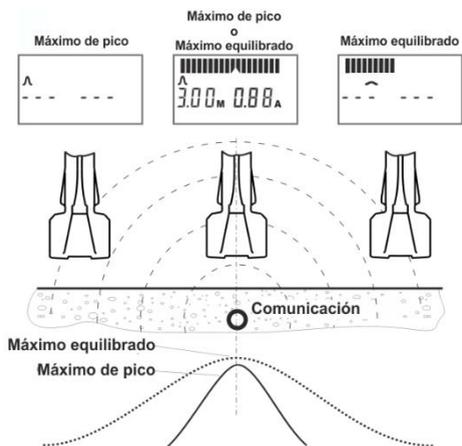
El receptor incluye tres **LKO-1500-LITE** o cuatro **LKO-1500** antenas magnéticas. Durante el trabajo, el receptor está en la posición vertical.

- Durante la búsqueda en el máximo equilibrado  – la antena inferior colocada horizontalmente está activa.
- Durante la búsqueda en el máximo de pico  – se usan dos antenas horizontalmente.
- Durante la búsqueda en el mínimo – el receptor utiliza:
  - **LKO-1500-LITE** antena horizontal,
  - **LKO-1500** antena inferior horizontal y vertical.
- **LKO-1500** Durante el trabajo con la opción activada de **Brújula, línea**, el receptor utiliza todas las 4 antenas.

#### 4.6.2.1 Modo de ubicación de el "máximo"

Para garantizar la localización de alta precisión (dependiendo de la profundidad y densidad de comunicaciones subterráneas) el receptor realiza la búsqueda en el **máximo de pico**  $\wedge$  y en el **máximo equilibrado**  $\frown$ . El cambio de nivel de la señal con el desplazamiento del receptor hacia un lado del trazado de la línea se muestra en la **Fig. 23**.

LKO-1500-LITE



LKO-1500

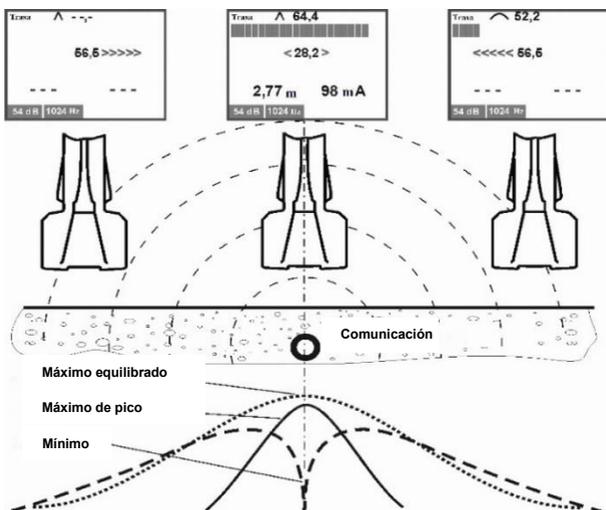


Fig. 23. Cambio de nivel de la señal con el desplazamiento del receptor hacia un lado del trazado de la línea

Búsqueda en el **máximo de pico** proporciona la localización de alta precisión porque el máximo de la señal cerca del eje está rodeado por dos pendientes pronunciadas, como se muestra en el diagrama (**Fig. 23**, la pantalla de la izquierda). Cuando la antena LKO está directamente encima del eje de la línea, la señal será máxima. En este lugar se debe ajustar la amplificación para que la línea del gráfico de barras rellene aprox. 3/4 de la escala y el volumen conveniente para el operador. Al

pulsar el botón  se puede ajustar automáticamente la amplificación óptima para este nivel de la señal. Desplazar el receptor hacia un lado desde el eje de la línea subterránea reducirá el número de segmentos de barras que se muestran. El desplazamiento lateral del receptor respecto al eje de la línea subterránea, disminuirá el número de los segmentos del gráfico de barras mostrados, mientras que el desplazamiento ulterior del receptor respecto al eje del trazado hace que desaparezcan todos – entonces, en lugar del valor del nivel de la señal de entrada, aparecerá el símbolo --. .

Sin embargo, en caso de las señales débiles o gran profundidad de objeto, las indicaciones de la escala del "máximo" pueden ser inestables o desaparecerán. En este caso, ir al método del **máximo equilibrado** que es más sensible a las señales débiles.

El **máximo equilibrado** no tiene tan clara dependencia de la escala, dese la posición del receptor con respecto al eje del trazado como "máximo de pico" porque el máximo de la señal está rodeada por dos pendientes suaves como en el gráfico (ver la **Fig. 23**, la pantalla a la derecha). Sin embargo, sólo este método proporciona la máxima sensibilidad del receptor.

La amplificación del receptor y el volumen de sonido hay que adaptar al nivel de la señal recibida. El nivel de la señal puede cambiar periódicamente al ritmo de la torsión de los hilos del cable y puede ser mucho más pequeño en lugares donde la línea está debajo de la tubería. Entonces se produce el blindaje desde el tubo metálico o en presencia del manguito.

#### **4.6.2.2** **Búsqueda del máximo con la ampliación de la escala de 1:4**

En algunos casos, la resolución a escala del "máximo" es insuficiente – por ejemplo, la detección de ramificación de tuberías de pequeño diámetro desde el tubo de mayor diámetro a gran profundidad (por ejemplo tubos preaislados de calefacción). Sólo una parte de la corriente examinada fluye en la rama y el nivel de la señal de la escala del "máximo" baja ligeramente sobre la tubería principal, lo que puede pasar desapercibido por el operador.

La activación de la opción **ampliación de la escala del máximo 1:4: Menú > Display > Trazado > Escala del máximo > Zoom 1:4** (**Fig. 13**). La opción reduce cuatro veces la unidad, lo que aumenta la resolución de la escala. La pantalla muestra el símbolo , y debajo de la escala del "máximo" aparece una barra amarilla que muestra la posición de la ventana respecto a la escala inicial (sin ampliar).

Con los botones de aumentar/disminuir la amplificación  colocar el extremo de la escala ampliada del "máximo" en la zona visible de la pantalla. El botón de aumentar la amplificación mueve la ventana hacia la izquierda y, en consecuencia, aumenta la ampliación de la escala. Botón de reducción de amplificación funciona al revés.

Al pulsar el botón  ajusta la amplificación y la posición de la ventana ampliada de forma óptima para este nivel de la señal.

#### **4.6.2.3 Forma de buscar en la escala del "mínimo"**

La forma de buscar en el "mínimo" permite localizar con precisión una sola línea de la infraestructura subterránea porque el mínimo de la señal está rodeado por dos pendientes pronunciadas, lo que cambia fuertemente la señal, con poca desviación del mínimo. En la **Fig. 23** se muestra la relación del nivel de la señal del "mínimo" respecto al desplazamiento de la antena hacia un lado del eje de la línea. Cuando la antena está directamente encima del eje de la línea, la señal será mínima. Desplazar la antena hacia un lado desde el eje de la línea subterránea aumentará el número de segmentos de barras que se muestran en la dirección del objeto. Si se sigue alejando la antena, la señal será cada vez más débil.

La amplificación del receptor debe mantenerse a un cierto nivel óptimo. Con la amplificación demasiado baja, la desviación de la escala desde el centro puede ser muy pequeña o incluso invisible. Con la amplificación demasiado grande, la desviación de la escala desde el centro puede ser muy fuerte y dar la impresión de un trabajo caótico del receptor.

Durante el movimiento, la señal puede subir bruscamente. En este caso, es de suponer que el trazado gira bruscamente y la escala se inclina hacia la dirección de la curva.

Por desgracia, la búsqueda según el "mínimo" es más susceptible a la influencia de las corrientes en las líneas de comunicación próximas. Por lo tanto, cuando hay otras líneas cerca de la línea examinada, es mejor seleccionar el modo de trabajo del **máximo de pico**.

LKO-1500-LITE

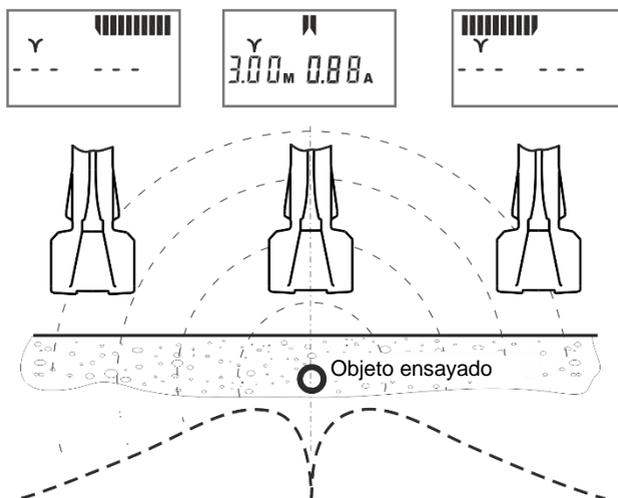


Fig. 24. Cambio del nivel de la señal al desplazar el receptor lateralmente desde el trazado de la línea



**LKO-1500** Si la opción **Brújula línea** está encendida, la escala mínima no se muestra y no se puede activar.

#### 4.6.2.4 **LKQ-1500** *Búsqueda utilizando la opción "Brújula, línea"*

Con el fin de acelerar el trabajo en líneas individuales y trazados de larga distancia con curvas, el receptor implementa el método de búsqueda con la función **Brújula, línea**. Esta opción permite visualizar la posición de la línea examinada respecto al receptor.

La activación de la opción se realiza del menú del receptor: **Menú > Display > Brújula, línea** y luego la confirmación . La línea examinada se muestra esquemáticamente en forma de líneas – indicador de ubicación del trazado (pos. 19 **Fig. 20** y **Fig. 22**).

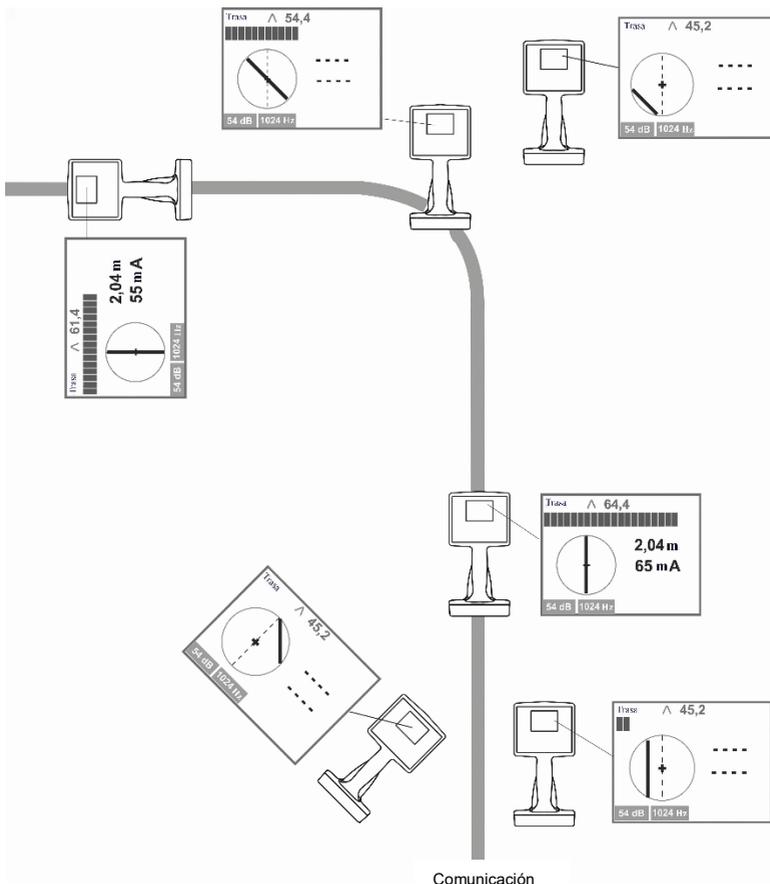
En modo **Trazado** en la pantalla se muestra la escala y la señal de entrada del "máximo". En modo **Trazado-SENSOR** se muestra la escala, el nivel y la polaridad relativa de la señal de entrada "SENSOR". Ejemplo de búsqueda con la opción "Brújula, línea" se muestra en la **Fig. 25**.

Moviéndose a lo largo del trazado, hay que girar el receptor hacia la línea de tal manera que el indicador de localización del trazado en la pantalla (sección 19, **Fig. 22**) coincida con el eje del receptor (sección 18 **Fig. 22**)



El indicador de posición de la línea sólo sirve para visualizar el trazado subterráneo y no puede ser utilizado para la localización precisa. Para la localización exacta del eje del objeto, y también en caso de una señal débil, la presencia de muchas interferencias y los cables cercanos se deben tener en cuenta las indicaciones de la escala del "máximo", como se describe en la sección 4.6.2.1.

Durante la búsqueda, la vista del indicador de ubicación del trazado puede ser borrosa. Esto sucede cuando el receptor está en un ángulo próximo a 90° o demasiado lejos respecto al eje del trazado del objeto o el nivel de la señal recibida es demasiado pequeño y con mucho ruido de fondo.



**Fig. 25. Búsqueda con la opción "Brújula, línea"**

#### 4.6.2.5 **LKO-1500** *Búsqueda en la dirección de la corriente*

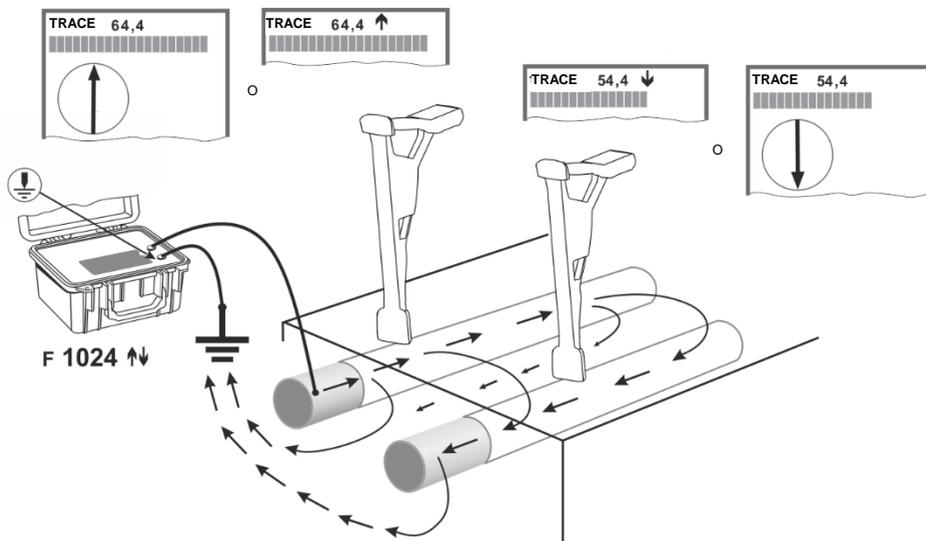
Durante el trabajo en zonas con alta densidad de objetos subterráneos se puede utilizar la función de detectar la dirección de la corriente. Para ello:

- activar el modo de generación de señal de frecuencia doble de **1024 Hz** en el transmisor (sec. 3.4.2.2),
- ajustar la frecuencia operativa de **1024 Hz** en el receptor.

Si el nivel de la señal de frecuencia doble es suficiente, el receptor indica automáticamente la dirección de flujo de la corriente (pos. 12 **Fig. 19**). Después de activar la opción **Brújula, línea** la dirección de flujo de la corriente muestra el indicador del localizador del trazado (poz. 19 **Fig. 22**).

Es importante conectar directamente el objeto examinado al generador. También es importante que en el lugar de conexión todas las líneas vecinas sean aisladas galvánicamente del objeto examinado (ver la **Fig. 26**).

En la línea examinada fluirá la corriente, convencionalmente denominada como "corriente de salida" del transmisor (el símbolo en la pantalla **↑**). A través de la corriente de línea adyacente fluirá la llamada "corriente de retorno" al transmisor (el símbolo en la pantalla **↓**) que se debe a la realimentación galvánica o capacitiva con la línea examinada.



**Fig. 26. Dirección de la corriente y lecturas del localizador en las tuberías separadas galvánicamente**

Si las líneas adyacentes están conectadas galvánicamente a la línea examinada, la señal del transmisor en todas las líneas fluye en una dirección (**Fig. 27**). La amplitud de la señal en las líneas adyacentes puede ser diferente y depende de la corriente de fuga a tierra.

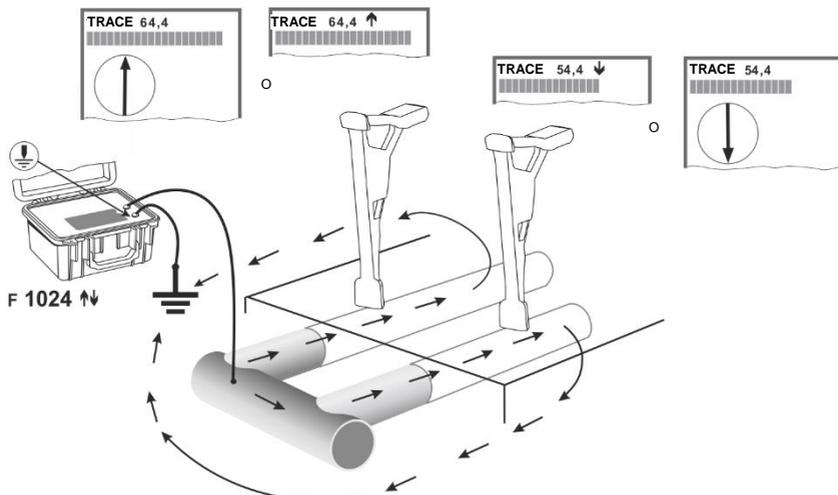


Fig. 27. Dirección de flujo de la corriente en los tubos conectados galvánicamente

### 4.6.3 Métodos para medir la profundidad y la corriente que fluye a través de la línea

En las frecuencias de **Radio** y **Éter (SB)** la profundidad y el valor de la corriente no se muestran. A la frecuencia de **50 Hz (Power)** la precisión de la medición de profundidad no está estandarizada.

Usando este método, colocar el receptor encima del eje del trazado, como se muestra en la **Fig. 28**. Las flechas en la carcasa del receptor y de la superficie de antena son perpendiculares al eje del trazado esperado.

Tener en cuenta que los errores de medición de la profundidad y de la corriente pueden ser causados por la interferencia del campo magnético de las líneas vecinas o de objetos metálicos cercanos, en las curvas o ramificaciones, por muchas interferencias o la violación de las reglas de trabajo con el dispositivo.

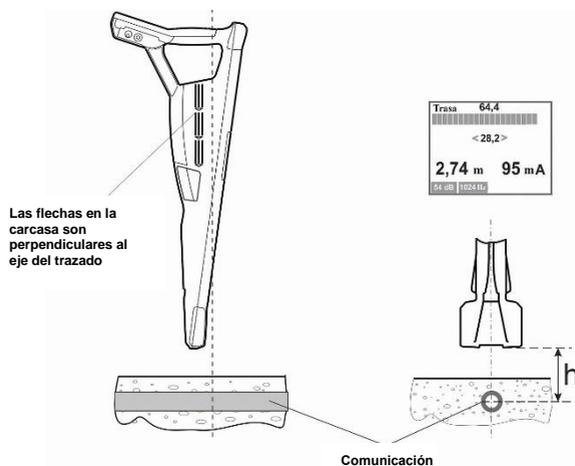


Fig. 28. Medición directa de la profundidad

Por la comodidad de usuarios, el receptor muestra por defecto y automáticamente la profundidad y la corriente. Sin embargo, se puede desactivar esta función. En este caso, la profundidad y la corriente se muestran cuando se pulsa el botón .

#### 4.6.3.1 Medición de profundidad



El valor de la profundidad medido muestra la distancia desde el borde inferior del receptor hasta el centro del objeto.

Haz dos o tres medidas de profundidad en un solo punto. Cabe calcular el nivel de profundidad como el valor medio de los resultados obtenidos. Eleva el localizador hasta la altura de 0,3 m, manteniéndolo recto, y encuentra de nuevo el valor de profundidad. Las lecturas de profundidad deben aumentar hasta el valor de altura. Si es posible, realiza las mediciones de profundidad a diferentes frecuencias de trabajo. A medida que aumenta la distancia entre el localizador y el eje del objeto, las lecturas de profundidad también irán aumentando. Por lo tanto, el más preciso será el valor mínimo de profundidad.

**LK0-1500-LITE**

Las rayas (figuras **Fig. 23**, **Fig. 24**) se visualizan cuando las mediciones de corriente y profundidad son ciertamente inexactas porque la señal recibida es demasiado débil o el localizador se aleja del objeto seguido o el campo magnético del objeto está distorsionado por la corriente de otros medios cercanos. En estos casos, se recomienda el uso del método indirecto (sección 4.6.3.3).

#### 4.6.3.2 Medición de la corriente

Cuando en la zona de búsqueda hay más de un objeto, el localizador puede detectar a veces la señal más fuerte de la línea adyacente con la que la señal está acoplada o conectada a tierra conjuntamente debido a su ubicación más cercana a la superficie. Sin embargo, el objeto investigado siempre tendrá la corriente más alta porque el valor de la corriente no depende de la profundidad. Por lo tanto, las mediciones actuales facilitan rastrear el objeto seguido.

Con el fin de encontrar el objeto seguido, asegúrate de que éste tiene la corriente más alta que los objetos adyacentes. Por lo tanto, se recomienda llevar la corriente de seguimiento directamente desde el transmisor hasta el objeto (sección 3.4.2) o indirectamente utilizando las pinzas de corriente.

En las intersecciones o en los puntos de conexión puede producirse un cambio brusco de la corriente en el objeto, ya que una parte de la corriente aplicada puede escapar a través de las ramificaciones. Según la primera ley de Kirchhoff, la suma de las corrientes entrantes a un nodo son iguales a la suma de las corrientes salientes en él. Sin embargo, la medición posterior de la corriente en los puntos cercanos a las ramas puede ser inexacta. La medición precisa de la corriente sólo puede realizarse en un tramo largo de la red.



Los errores en las mediciones de profundidad y de corriente pueden ser causados por las distorsiones del campo magnético procedentes de los medios adyacentes y de los objetos metálicos cercanos, en las curvas y en las ramificaciones, y también por el alto nivel de ruido o la inobservancia de las normas de funcionamiento del instrumento.

Las mediciones de corriente y de profundidad son seguramente inexactas si la señal recibida es demasiado débil o el localizador se aleja del transmisor, o si el campo magnético del objeto investigado está distorsionado por la corriente de otros servicios públicos cercanos (mensaje "Campo débil" o ---). En estos casos se recomienda determinar la profundidad del objeto mediante el método "-6dB (véase el capítulo 4.6.3.3).

### 4.6.3.3 Medición de profundidad con el método indirecto "-6dB"

Si el receptor no muestra la profundidad o, si es necesario medir la profundidad en modo pasivo, se puede utilizar el método indirecto de medición de profundidad **-6dB**.

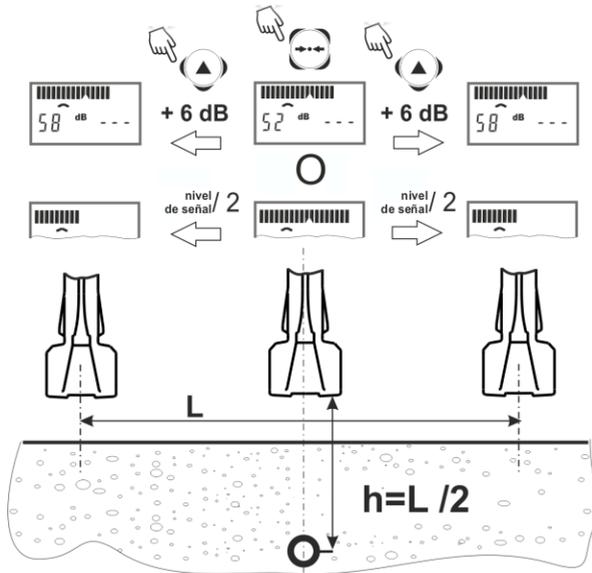


Fig. 29. Medición de profundidad con el método indirecto "-6dB" (LKO-1500-LITE)

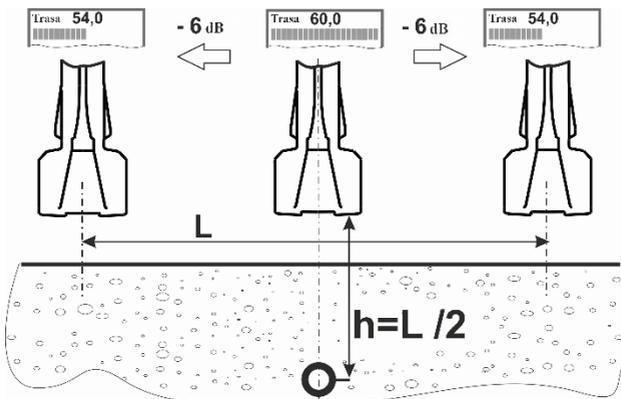


Fig. 30. Medición de profundidad con el método indirecto "-6dB" (LKO-1500)

Se debe especificar la ubicación del eje del trazado del objeto y apuntar las lecturas de la señal de entrada en la escala del "máximo" en decibelios. Al mover el receptor en una y luego en la otra dirección desde el eje del trazado, encontrar la posición en la que la lectura disminuirá 6 dB (corresponde a la doble disminución del nivel de la señal). La distancia entre estos dos lugares será la distancia doble desde el receptor hasta el eje del trazado.

#### **4.6.3.4 Búsqueda con la especificación de dirección de la corriente a través del objeto**

La presencia de varias líneas subterráneas en la zona de búsqueda puede causar una detección errónea de la línea buscada, si la señal inducida en los otros objetos es lo suficientemente fuerte, y su profundidad es menor que de la línea examinada. Dado que el valor de la corriente que fluye no depende de la profundidad, en la línea examinada fluye la corriente máxima. Por lo tanto, la medición de la corriente que fluye permite distinguir la línea seleccionada de las otras.

La búsqueda con la identificación de la dirección de flujo de la corriente es muy importante para que en la línea examinada fluya la corriente mucho más grande que las corrientes en las líneas adyacentes. Por lo tanto, para iniciar la corriente de trabajo en el objeto se recomienda conectar directamente el transmisor (Fig. 3 o Fig. 4) o por medio de la pinza inductiva (Fig. 6).

Además, debido al rápido cambio del valor de la corriente que fluye se puede detectar las ramificaciones y las conexiones (siempre que estén hechas de un material conductor) porque fluye parte de corriente a través de la pinza. Según la primera ley de Kirchhoff, la corriente entrante a un nodo es igual a la suma de las corrientes salientes. Sin embargo, se debe tener en cuenta que las lecturas difieren del valor real porque la medición exacta sólo es posible en un tramo de línea larga y uniforme.

## 4.7 Estudio del área

El estudio del área se lleva a cabo para detectar los elementos subterráneos conductores para evitar su daño durante los trabajos en la tierra.

### 4.7.1 Comprobación del área sin usar el transmisor

El área se puede examinar buscando la señal con una frecuencia industrial, la protección electroquímica, los canales telefónicos y de transmisión. La búsqueda debe llevarse a cabo sucesivamente en las bandas de frecuencia de:

- 50 Hz,
- **LKO-1500** 100 Hz,
- **LKO-1500** Eter (SB),
- **LKO-1500** Radio.

Se debe ajustar el amplificador del receptor de modo que se muestre la mitad de la escala del "máximo". Desplázate en los tramos zigzag cada 1-5 m en una dirección y luego perpendicularmente (Fig. 31). Allí donde haya una línea, la intensidad de la señal será a nivel máximo. Realiza la búsqueda tal como se describe en el punto 4.6.2.1 para confirmar la localización de la línea. Se puede especificar la dirección del trazado de la línea detectada girando el receptor alrededor del eje vertical: el **nivel de la señal más grande** corresponde a la posición en la que el plano del receptor es **perpendicular** al eje del trazado, y el nivel más bajo – cuando el plano es **paralelo** al eje.

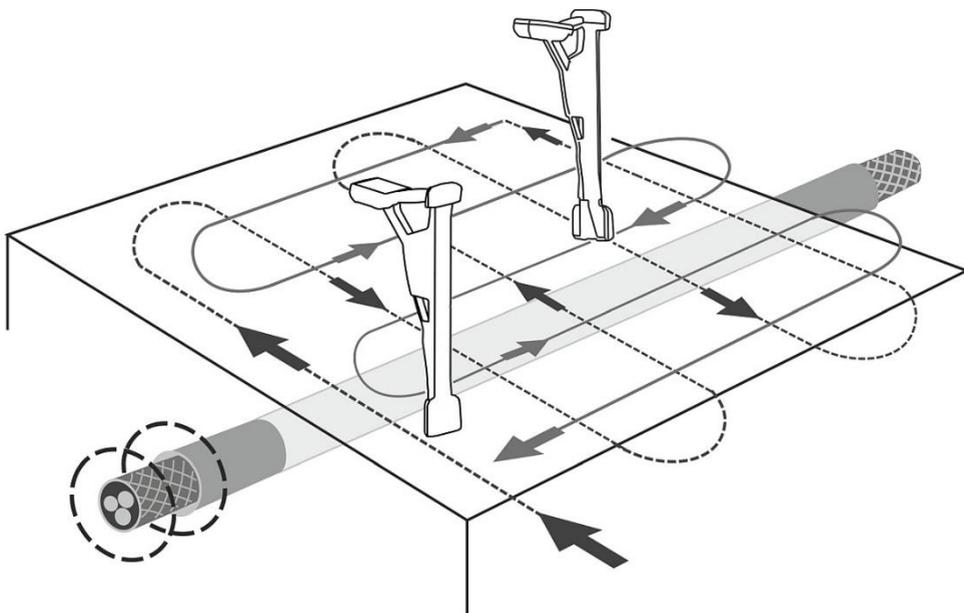


Fig. 31. Estudio del terreno sin el uso del transmisor LKN

Cuando se localiza una sola línea cuya intensidad de la señal sea alta, se recomienda utilizar la opción **Brújula línea** para facilitar el seguimiento de la infraestructura (sección 4.6.2.4).

## 4.7.2 Estudio del área utilizando el transmisor LKN

Para aumentar la fiabilidad de la detección, se recomienda que el trazado de los objetos se realice mediante las señales generadas con el transmisor: con una conexión galvánica o con una antena de transmisión interna.

Cuando se inyecta la corriente de búsqueda en la línea, se debe tener en cuenta que:

- cuanto mayor es la potencia del transmisor y menor es la distancia desde el inductor ubicado en el transmisor respecto al receptor, más fuerte será la conexión directa entre ellos y por lo tanto la señal de la línea será poco perceptible,
- la corriente inducida en la línea en modo inductivo será mucho más pequeña que en caso de la conexión directa,
- el valor de la corriente inducida en la línea en modo inductivo será más grande cuanto más cerca de la línea examinada está el transmisor,
- el valor de la corriente de línea con la toma de tierra en ambos extremos. En caso de falta de al menos una toma a tierra, la detección de una línea de este tipo es muy difícil y se debe utilizar la frecuencia máxima del transmisor para aumentar la corriente que fluye a través de la capacidad entre la línea y la tierra.

### 4.7.2.1 Método de 1-persona

La prueba puede llevarse a cabo dividiendo el área de búsqueda en parcelas con dimensiones de 50x50 m a 100x100 m. En el medio de la zona se debe colocar el transmisor LKN en la superficie del suelo (Fig. 32). Seleccionar el modo inductivo. La frecuencia de transmisión se ajustará automáticamente a 33 kHz. Se debe ajustar la potencia del transmisor para que afecte lo menos posible al trabajo del receptor. Al examinar estrechas parcelas de terreno, por ejemplo durante la excavación para cables, el transmisor debe colocarse cerca de la sección examinada a una distancia de 20 a 25 metros.

**LKO-1500** Moverse a lo largo de la zona examinada. El máximo de la señal se producirá en las intersecciones del límite con el objeto buscado.

**LKO-1500** Si el objeto buscado está ubicado solo y la señal que fluye en éste es fuerte, se recomienda utilizar la opción **Brújula línea** para facilitar el seguimiento (capítulo 4.6.2.4).

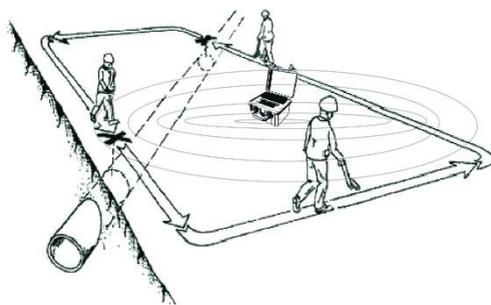


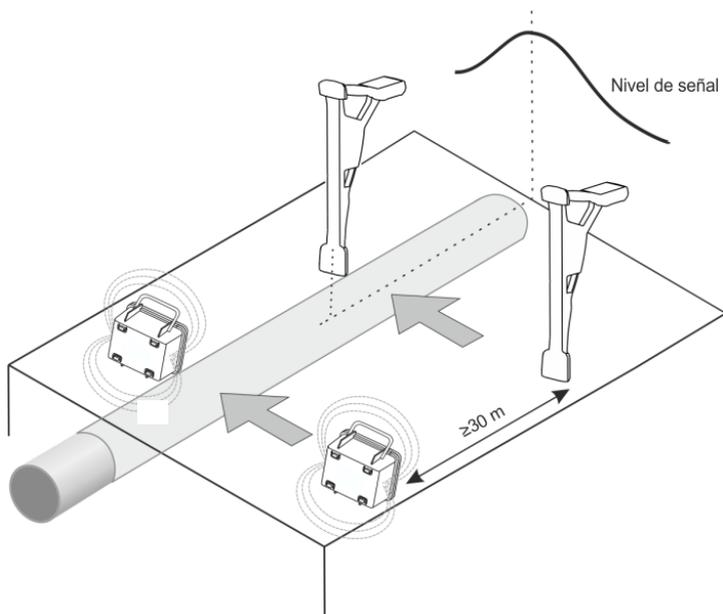
Fig. 32. Estudio del área utilizando el transmisor en modo inductivo

#### 4.7.2.2 Método de 2 personas

Cabe seleccionar en el transmisor la frecuencia "33k" y ajustar la potencia óptima.

Dos operadores debe desplazarse en paralelo en la misma dirección, manteniendo la distancia de 20 a 30 m uno del otro. Uno de los operadores debe desplazarse a lo largo del límite de la zona inspeccionada, sujetando el transmisor de manera que el eje de la antena transmisora se dirija hacia él. El segundo operador debe desplazarse a lo largo del borde opuesto de la zona, sujetando el localizador y anotando los cambios de la señal en el gráfico de barras (Fig. 33). La señal máxima aparecerá en los lugares en los que el localizador se encuentre directamente por encima del objeto a localizar.

**LKO-1500** Si la señal que fluye a través del objeto es fuerte, se recomienda utilizar la opción **Brújula línea** para facilitar el seguimiento (capítulo 4.6.2.4).



**Fig. 33. Estudio del terreno con el uso de LKN-1500**

. Repita la búsqueda de la misma manera, moviéndote en la dirección perpendicular a la anterior.

## 5 Métodos de detección de daños en las tuberías y líneas de cables

Los siguientes métodos de búsqueda se basan en la detección de cambios relativos de las señales en lugar de los daños.

**LKO-1500** En algunos casos, los cambios en el nivel de la señal son poco perceptibles, por lo que durante el estudio se recomienda guardar las lecturas en la memoria del receptor para su posterior análisis en el PC (ver la sección 6).

### 5.1 El método de detectar el daño en el aislamiento con la ayuda de la corriente de fuga

Este método se utiliza para detectar los daños en las tuberías y líneas de cable, en caso de la fuga de corriente "significativa" a la tierra. En caso de movimiento a lo largo del trazado, una fuerte disminución de la corriente puede indicar un daño significativo en el aislamiento en lugares que no tienen ramificaciones o conexiones con otros objetos. Desafortunadamente, teniendo en cuenta el error de medición de la corriente, este método da resultados correctos sólo a alta corriente inicial ( $\geq 0,5$  A) y con una disminución significativa en el sitio del daño. Se recomienda llevar a cabo la búsqueda usando las frecuencias de:

- **LKO-1500-LITE** 1024 Hz,
- **LKO-1500** 273 Hz o 526 Hz.

### 5.2 **LKO-1500** Detección del daño en el aislamiento con el Marco A o con el sensor DKI-E

Durante la detección de la ubicación del daño en el aislamiento se pueden utilizar sensores de control de aislamiento: Marco A o el sensor sin contacto DKI-E.

Con el fin de encontrar el lugar del daño en el aislamiento hay que poner el receptor LKO en modo **Trazado-SENSOR**. Conectar los sensores a la toma "SENSOR" (sección 4 Fig. 7).

La detección del aislamiento dañado es posible basándose en el cambio de la señal de los sensores en la escala "SENSOR". La verificación del trazado de acuerdo con el mapa que tiene lugar en la escala del "máximo" y "mínimo" (Fig. 13) o después de activar la opción **Brújula** según el indicador de posición del trazado respecto al receptor (Fig. 14). Para no entrar a un objeto vecino, se recomienda controlar la profundidad del objeto y la corriente inducida en la línea y su dirección (determinar la dirección sólo después de seleccionar la señal del transmisor en **frecuencia doble 1024 Hz**).

Para ajustar el nivel de la señal de los sensores de control de aislamiento en la escala lineal se debe establecer el indicador (sección 3 Fig. 21 y Fig. 22) con el botón  en la posición de **SENSOR**. Ajustar el nivel de amplificación con los botones de aumentar y disminuir la amplificación o desconectar el ajuste automático de amplificación pulsando el botón .



¡NOTA!

Se debe evitar la tensión de más de 42 V en la toma de entrada "SENSOR".

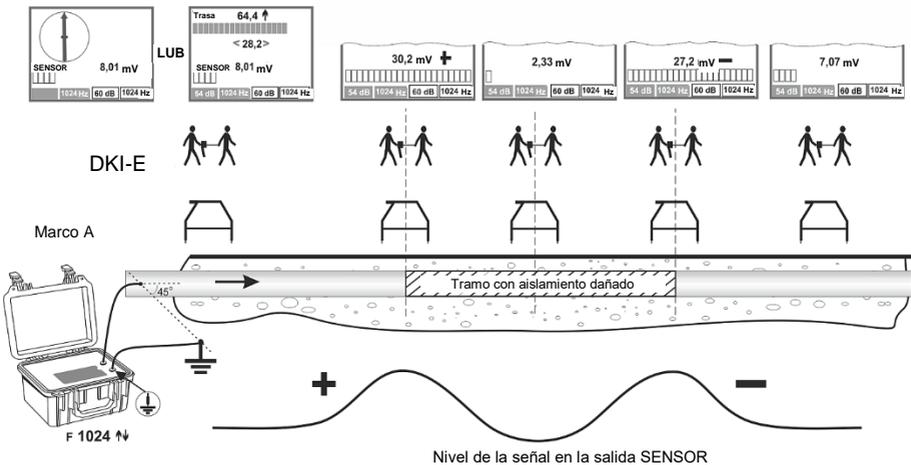
## 5.2.1 Detección de daños en el aislamiento con el método de disminución de la señal

**Marco A** - ambos electrodos del bastidor A deben clavarse en el suelo. **Sensor DKI-E** - dos operadores deben desplazarse, uno tras otro, en el eje del trazado del objeto (Fig. 34). Se puede determinar el inicio del lugar de daños en el aislamiento:

- por el aumento de la señal cuando un electrodo/operador se encuentra directamente por encima del lugar del defecto,
- por la señal mínima cuando el daño localizado se encuentra entre los electrodos/operadores del bastidor A/operadores.

Si en base a las indicaciones, se sospecha de que nos acercamos al lugar del daño, los puntos de control deben engrosarse. Hay que recordar asimismo que en caso de un daño extenso entre las indicaciones máximas de las señales, hay una zona con el nivel mínimo de la señal que puede constituir el lugar de un defecto potencial.

Para una detección más precisa y fácil de daños en el aislamiento se puede utilizar la función de medición de la polaridad de la señal en la entrada "SENSOR". Para este fin, el transmisor debe estar ajustado en modo de generar la señal con una frecuencia doble de 1024 Hz, también en el receptor debe ajustarse la frecuencia de trabajo de 1024 Hz en la entrada "SENSOR". Cuando la señal de la frecuencia doble está al nivel adecuado, entonces se enciende automáticamente la indicación de polaridad de la señal (sección 6 en la Fig. 21).



**Fig. 34. Esquema de conexiones y fuerza de la señal durante la localización del daño en el aislamiento a través de la detección de la caída de la señal con el cambio del signo de polaridad**

Cuando se cambia la posición a lo largo de las partes no dañadas del trazado de comunicación, así como directamente en el sitio del daño, debido al bajo nivel de la señal recibida, es posible ninguna indicación o cambios caóticos de polaridad de la señal en la entrada "SENSOR" (Fig. 34). Con la aproximación al área de daño y con un aumento del nivel de la señal, se muestra la polaridad de forma continua (signo más o menos dependiendo de la dirección de la corriente inducida). **Después de pasar el punto del daño en el aislamiento, se invierte la polaridad** (de "+" a "-" o viceversa). En caso del daño en el aislamiento en un solo punto, el nivel de la señal en el sitio del daño tendrá el mínimo claro.

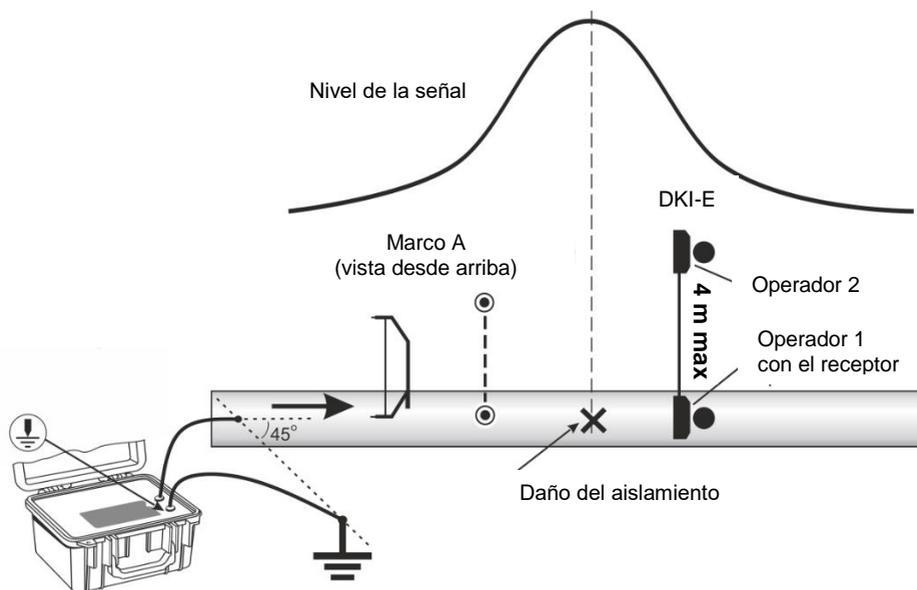
Tener en cuenta que el cambio de la polaridad sin un cambio significativo en el nivel de la señal no puede ser la base para la localización segura del daño.

## 5.2.2 Detección de daños en el aislamiento con el método de aumento de la señal

La norma de búsqueda es la misma para el marco A y para la sonda DKI-E.

- **Marco A:** situar en el suelo uno de los electrodos, El otro electrodo debe clavarse en el suelo a su lado.
- **Sonda DKI-E:** uno de los operadores debe caminar con seguridad a lo largo del trazado. El otro operador debe recorrer el trazado a cierta distancia del eje.

Los lugares de daños en el aislamiento son donde se produce el máximo nivel de la señal (Fig. 35).



**Fig. 35. Esquema de conexiones y fuerza de la señal durante la localización del daño en el aislamiento a través del aumento de la señal**

El uso del marco A permite una determinación más precisa del nivel de la señal de una medición a otra medición, ya que la distancia fija entre los electrodos elimina el error de aumento/disminución del nivel de la señal debido a la distancia entre ellas. Sin embargo, su uso requiere clavar los electrodos de medición en la tierra lo que no siempre es posible.

Durante el trabajo con el sensor del **marco A** hay que limpiar la superficie de aisladores porque la suciedad puede debilitar la señal recibida o la pérdida completa de la sensibilidad del detector.

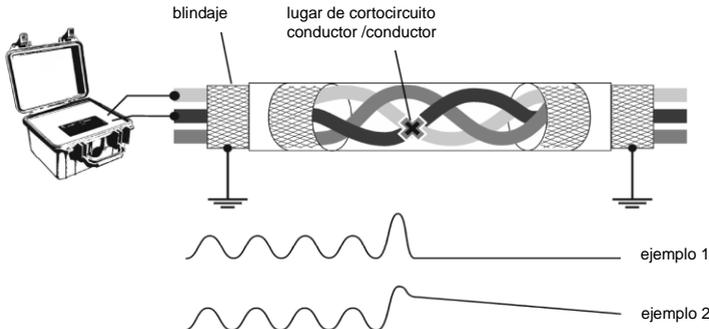
La **sonda DKI-E** permite la detección rápida de daños en el aislamiento de una sola línea larga, independientemente del tipo de recubrimiento, sin embargo, el sensor tiene una sensibilidad ligeramente más baja, especialmente a bajas frecuencias. Sin embargo, este sensor requiere la participación de dos personas que sujetan el electrodo en sus manos. Al acercarse al lugar del daño hay que reducir la distancia entre los operadores para la ubicación exacta.

### 5.2.3 Localización del daño en las líneas de cable

Tener en cuenta que la presencia de blindaje hecho de materiales ferromagnéticos alrededor de los conductores del cable reduce el nivel de la señal recibida, por lo que se debe garantizar el más alto nivel de la corriente en el circuito durante la localización.

#### 5.2.3.1 Detección del lugar de cortocircuito entre los conductores del cable

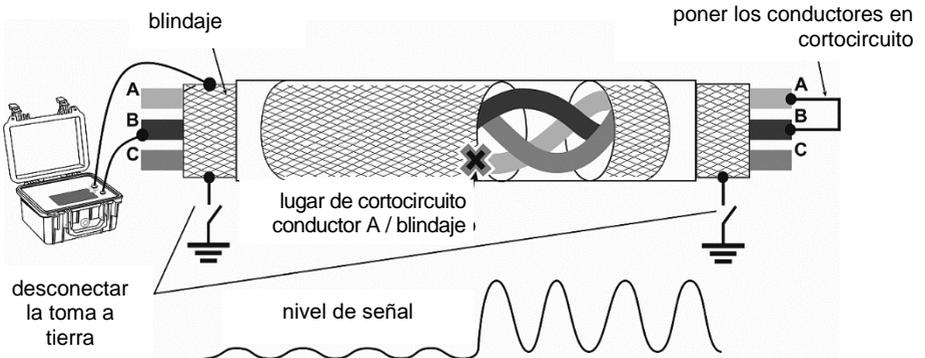
El esquema de cableado durante la detección de un cortocircuito entre los conductores del cable se muestran en la **Fig. 36**. Durante la búsqueda hay que desplazar el receptor LKO a lo largo del trazado y controlar el nivel de la señal en la escala del "máximo". El nivel de la señal hasta el lugar de cortocircuito cambia de acuerdo con el ciclo de torsión de los conductores. Inmediatamente después de pasar por el punto de cortocircuito desaparecen las fluctuaciones de la señal, y el nivel de la señal puede bajar (ejemplo 1) o subir (ejemplo 2). El primer caso se produce cuando los conductores del cable están en cortocircuito entre sí mismo. En segundo caso, los conductores están en cortocircuito no sólo entre sí, sino también respecto al blindaje del cable.



**Fig. 36.** Esquema de conexión del transmisor y la detección del lugar entre los conductores

#### 5.2.3.2 **LKO-1500** Detección del lugar de cortocircuito del conductor respecto al blindaje del cable

El esquema de cableado durante la detección de un cortocircuito del conductor respecto al blindaje del cable se muestra en la **Fig. 37** (fase A). El nivel de la señal hasta el lugar de cortocircuito cambia de acuerdo con el ciclo de torsión de los conductores. Justo tras el punto de cortocircuito, el nivel de la señal aumenta bruscamente, conservando, sin embargo, las fluctuaciones de la señal relacionadas con el trenzado de los hilos del cable.



**Fig. 37.** Esquema de conexión del transmisor y la detección del lugar entre el conductor y el blindaje del cable

### 5.2.3.3 LKO-1500 Localización del daño de aislamiento y del cortocircuito en la tierra

Los daños en el aislamiento del cable respecto a la tierra con el tamaño de resistencia de varios cientos  $\Omega$  se puede detectar con el marco A o con la sonda DKI-E. Conexión del transmisor debe llevarse a cabo de acuerdo con la Fig. 38. Además, el conductor de toma de tierra debe ser conectado a la toma del transmisor marcado con el símbolo  $\perp$ . El método es el mismo que el descrito en la sección 5.2.1 y 5.2.2.

Si el valor de resistencia de aislamiento del cable, medido respecto al suelo, no permite la detección utilizando el marco A/la sonda DKI-E, la ubicación se puede llevar a cabo usando el método de "fase". Ésta funciona bien en situaciones cuando la fuga a la tierra tiene la impedancia de hasta 0,5 M $\Omega$ .

Usando un reflectómetro hay que especificar el área de daños en el aislamiento. La detección puede realizar un operador sin el uso de sensores adicionales.

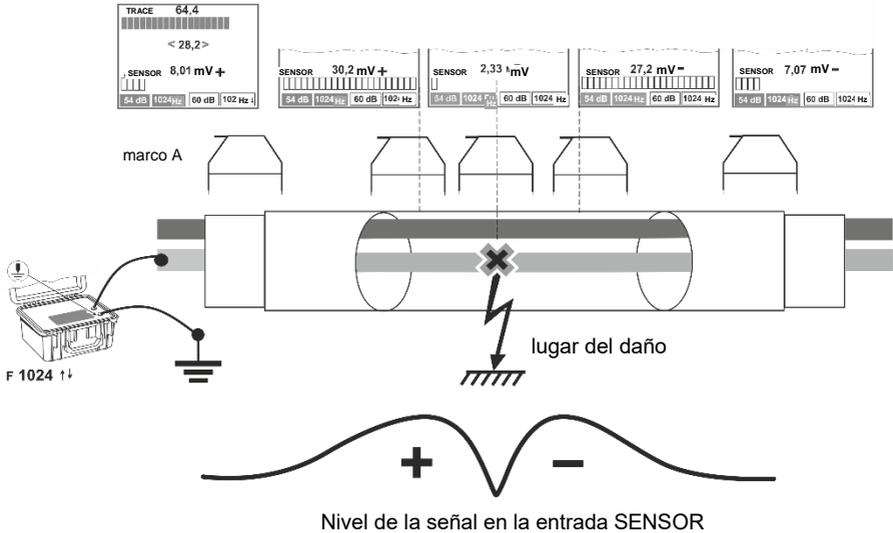


Fig. 38. Esquema de conexión del transmisor y la detección del lugar entre el conductor y el blindaje del cable

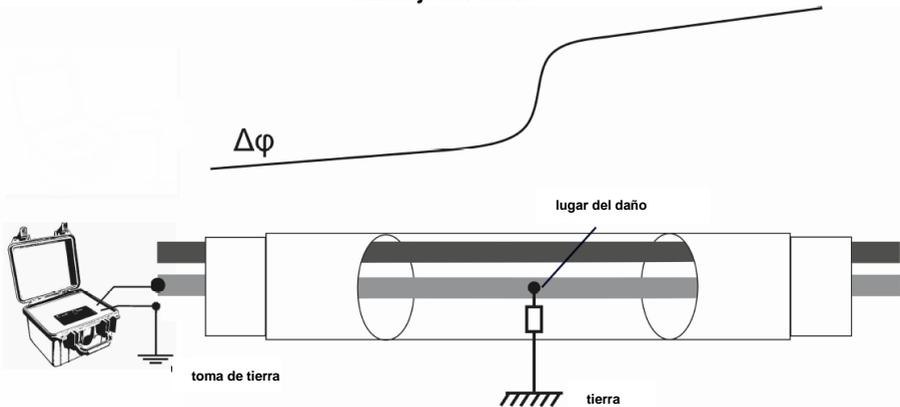


Fig. 39. Esquema de conexión del transmisor y el desplazamiento de fase durante la localización del daño de aislamiento usando el método de fase

Conectar un cable de salida del transmisor al conductor con el aislamiento dañado (Fig. 39); el otro extremo del cable debe estar aislado de la tierra. Conectar a tierra la segunda salida del transmisor con la ayuda de la sonda geotérmica, al menos 5 m desde el cable. Ajustar la frecuencia doble de transmisión seleccionando la opción  $\Phi$ . Ajustar en el receptor el modo **Trazado** y al frecuencia  $\Phi$  8928. Ir al principio del segmento examinado y ponerse exactamente sobre el eje del trazado, pero no más cerca de 20 m desde el lugar de conexión del transmisor.



Pulsar el botón  del receptor – por lo tanto el valor de fase se pondrá a cero. Andar a lo largo del eje del trazado, revisando cuidadosamente su posición respecto al eje de la escala del "mínimo" y controlar las lecturas de fase. El valor de fase debe cambiarse gradualmente con un aumento pequeño. **En el lugar de daño en el aislamiento - o justo detrás de éste - la velocidad del cambio de la fase aumentará considerablemente en varias unidades, transformando el signo simultáneamente en el contrario.** Después de pasar por lugar de daño, la lectura de la fase cambiará gradualmente a baja velocidad.

Las desventajas de este método son los siguientes:

- los cambios de fase en el lugar de daño en el aislamiento son menos notables que el cambio en el nivel de la señal durante el funcionamiento, por ejemplo con el marco A,
- se produce un impacto significativo en la proximidad de otras líneas (objetos).

## 6 Guardar los resultados y el trabajo con el GPS

El receptor dispone de una memoria para guardar diferentes lecturas, incluyendo las coordenadas recibidas del módulo GPS externo. La conexión con el módulo GPS externo se realiza de forma inalámbrica a través de la interfaz de radio.

Al moverse a lo largo del trazado, en la memoria del receptor se pueden guardar los siguientes ajustes (con las coordenadas GPS o sin ellas):

- los niveles de señales de la antena magnética y en la entrada de "SENSOR" (ver sección 4.6.2),
- dirección al objeto (ver la sección 4.6.2.1),
- la lectura de profundidad de la líneas y el valor de la corriente que fluye en ella (ver la sección 4.6.3),
- la dirección de la corriente de búsqueda (ver la sección 4.6.2.5),
- la polaridad relativa de la diferencia de potenciales en la entrada de "SENSOR" (ver sección 5.2),
- la fase de la señal en la entrada del "Trazado" (ver la sección 5.2.3.3),
- la frecuencia de trabajo,
- la fecha y la hora local durante la medición según la información del GPS,
- las coordenadas del lugar de la medición según la información del GPS.

La precisión de la medición de las coordenadas depende de muchos factores, como: el número de satélites actualmente disponibles, la ubicación relativa del satélite, la presencia de señales reflejadas, la influencia de la ionosfera, la inexactitud del reloj del satélite, etc., así como las características técnicas del receptor (o del módulo GPS).



- Si se utilizan los transmisores GPS especializados, **la precisión puede ser de hasta 1 cm.**
- El fabricante garantiza el correcto funcionamiento del receptor LKO con los módulos GPS de tipo GT-750, Holux M1000 y RCV3000.
- Si el receptor GPS inalámbrico utilizado tiene una alta precisión de lecturas, es necesario que proporcione datos en el formato NMEA 0183 RMC y GGA con una frecuencia de actualización de datos de cada 1 segundo.

## 6.1 Ajustes del receptor para el trabajo con el módulo GPS

El módulo GPS se debe colocar cerca del receptor, por ejemplo en el bolsillo del protector contra el sol (Fig. 8).

Antes de comenzar el trabajo, ajustar el receptor al módulo GPS. En **Menú**, seleccionar la opción **GPS > Conexión con GPS > PIN**. A continuación, introducir el PIN al módulo GPS (por lo general, son los dígitos "0000" o "1234"). La introducción se realiza mediante el uso del aumento y disminución de la amplificación.

A continuación, encender el módulo GPS. En **Menú** del receptor, seleccionar la opción **GPS > Conexión con GPS > Búsqueda del módulo GPS**. Después de buscar, con los botones de reducir y aumentar la amplificación, seleccionar el módulo GPS de la lista de dispositivos encontrados.

Confirmar la elección con el botón .

A continuación, una conexión con el módulo GPS se realiza mediante **Menú > GPS > Conexión con GPS > Activación** o automáticamente cuando se selecciona el número adecuado del trazado (ver sección 6.2).

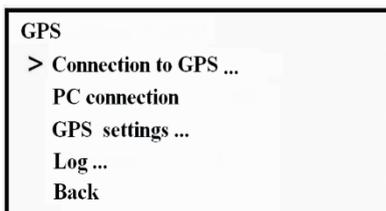


Fig. 40. Pantalla de ajustes de GPS

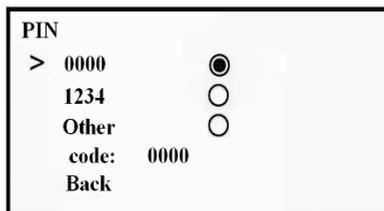


Fig. 41. Pantalla de ajustes del código PIN para GPS

En **Menú > GPS > Conexión con GPS > Información** están disponibles: el nombre o la dirección del módulo GPS, el número de satélites visibles, las coordenadas definidas y la hora. El estado de conexión con el módulo GPS se muestra en el receptor con los símbolos  o  (sección 15 Fig. 21).

Tab. 4 Estado de conexión con el módulo GPS

Nº	Símbolo	Descripción
1.		Sin conexión con el módulo GPS.
2.	 amarillo	Conectando con el módulo GPS. Tarda menos de 1 minuto.
3.	 amarillo	El módulo GPS se ha conectado correctamente, pero no hay coordenadas GPS (el llamado "inicio frío" del módulo GPS, malas condiciones de recepción de la señal GPS).
4.	 verde	El módulo GPS está conectado, las coordenadas se transmiten.
5.	 rojo	Se ha perdido la conexión con el módulo GPS.

El tiempo del llamado "Inicio frío" (por ejemplo, primer inicio después de mucho tiempo de la inactividad del módulo GPS) puede tardar hasta 20 minutos y depende del modelo del receptor GPS y del número de satélites visibles. Todo el tiempo el símbolo  se muestra en la pantalla en color amarillo. Durante el siguiente inicio, el tiempo de conexión a los satélites tardará unos pocos segundos.

## 6.2 Guardando el trazado

La primera pulsación del botón  después de encender el receptor se va a la sección **Menú > GPS > Ajustes de GPS > Guardar el trazado como...** y decidir si seguir guardando el trazado determinado o crear un trazado nuevo. Una vez seleccionada la opción, el receptor se conecta al módulo GPS.

El registro de datos se inicia pulsando el botón  o de forma automática durante un intervalo de tiempo determinado, el llamado Autotracking.

En el momento de guardar los datos del punto, se muestra brevemente el símbolo  (sección 16 Fig. 22). El símbolo es de color **verde** cuando el elemento guardado contiene las coordenadas de GPS o de color **rojo** cuando no tiene referencia a las coordenadas geográficas.

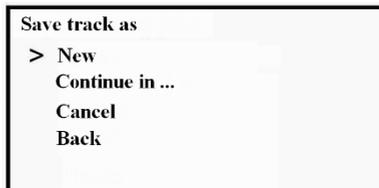


Fig. 42. Pantalla de guardar el trazado

### 6.2.1 Se guarda después de pulsar

Se guarda después de pulsar  en el archivo del trazado se guarda toda la información que se muestra en la pantalla cuando se pulsa un botón. Al visualizar los datos almacenados en el programa "LKZ Terminal", este punto será marcado con el símbolo  en el campo "Etiqueta".

Los puntos particulares pueden marcarse con los **marcadores especiales**, por ejemplo, para indicar el lugar probable de daño en el aislamiento o la ramificación del trazado. Con este fin cabe pulsar y mantener pulsado el botón  durante 2 segundos (señal acústica larga). Al visualizar los datos almacenados en el programa **LKZ Terminal**, este punto será marcado con el símbolo  en el campo **Etiqueta**.

### 6.2.2 Guardar automáticamente las coordenadas – Autotracking

El receptor puede guardar automáticamente los datos al archivo del trazado cada cierto tiempo. El tiempo de 1 a 60 segundos se puede ajustar en **Menú > GPS > Ajustes GPS > Autotracking**. Iniciar o detener la función de guardar automáticamente el archivo del trazado se realiza pulsando

. La detención de guardar automáticamente estará marcado con el símbolo  en la pantalla. También en este modo existe la posibilidad de guardar **los marcadores especiales**. Con este objetivo conviene pulsar y mantener pulsado el botón  por 2 segundos (una señal sonora larga). Al visualizar los datos almacenados en el programa **LKZ Terminal**, este punto será marcado con el símbolo  en el campo **Etiqueta**.

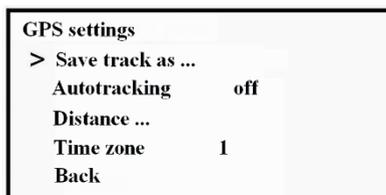


Fig. 43. Pantalla de selección para guardar los datos de forma automática

El intervalo de tiempo de guardar automáticamente (Autotracking) no está protegido en la memoria no volátil del receptor, y es necesario volver a ajustarlo al encender el receptor.

## 6.2.3 Registros

La lista de los trazados que se guardan en la memoria del receptor, disponible en **Menú > GPS > Registro > Lista**. En cada trazado se muestra el número, la fecha y hora, para el primer punto guardado y el número total de puntos del trazado. La selección del trazado se realiza presionando los botones de aumento y disminución de ampliación, y el trazado se elimina pulsando . Botón  establece el trazado seleccionado como actual para grabar, también se utiliza para salir del menú y para conectarse con el módulo GPS.

## 6.2.4 Distancia

Basándose en las coordenadas recibidas del módulo GPS externo, el receptor calcula y muestra la distancia del trazado recorrido (punto 20 **Fig. 20**):

- como la distancia del tramo recto desde el último punto marcado con el botón  y hasta la ubicación actual;
- como la suma de las distancias entre los puntos marcados con el botón  desde el primer punto, más la distancia desde el último punto hasta la ubicación actual. El resumen permite mostrar la distancia recorrida, no sólo para los tramos rectos, pero también los que contienen polilíneas. Para ello pulsar el botón  en cada cambio de dirección del trazado.

La selección de una variante particular, se lleva a cabo en la sección **Menú > GPS > Ajustes GPS > Distancia**. El valor de la distancia no se guarda en la memoria no volátil y se restablece después de apagar el receptor.

## 6.2.5 Envío de archivos del trazado al PC

El receptor LKO es capaz de la transmisión inalámbrica de datos al PC. Se requiere el sistema operativo del PC: Windows (XP SP2 / SP3, Vista, 7, 8, 10). Para conectarse con el ordenador se requiere el interfaz de radio integrado en el PC o un adaptador de USB externo. El ordenador debe estar alejado del receptor no más de 8 metros. La recepción y el envío de datos se realiza usando el sistema operativo del ordenador. Los datos se transfieren desde la memoria del receptor y se guardan en el ordenador en forma de archivos que contienen los trazados.

Para facilitar el trabajo con los datos, se puede utilizar el programa **LKZ Terminal** que permite descargar archivos de trazados desde el receptor, guardarlos en la memoria del PC, editar trazados, crear gráficos, analizar el estado de la capa aislante, etc. El programa y el manual de uso están disponibles en la página web del fabricante.

La transferencia de datos al ordenador sigue según los siguientes pasos:

- ejecutar el programa **LKZ Terminal** en el ordenador,
- en el receptor activar la conexión al PC: **Menú > GPS > Conexión con PC**,
- en el menú del programa **LKZ Terminal** seleccionar **Descargar el trazado de la memoria del receptor LKO** para leer el archivo del trazado desde el receptor,
- en la ventana **Selección de trazado** seleccionar el archivo deseado de la lista y hacer clic en **OK**. Esperar a que se termine descargar el archivo del trazado.

El programa permite a poner el trazado en el mapa "OpenStreetMap" y "Yandex.Maps". Para ello, es necesario tener el ordenador conectado a Internet. Si el acceso a la red se realiza a través del servidor proxy, se debe introducir la información requerida en la configuración del programa **LKZ Terminal**. En caso de falta de conexión a Internet, los mapas no se muestran, pero el programa funcionará correctamente.

## 7 Alimentación

### 7.1 Alimentación del LKN-1500

La carga de la batería debe llevarse con el transmisor apagado. Aplicar las siguientes recomendaciones ayudará a mejorar la vida útil de la batería.



- La carga de una batería descargada requiere más de 8 horas. Para cargar la batería a plena capacidad, se recomienda aumentar el tiempo de carga a 12 horas.
- Con el fin de prolongar la vida útil de la batería se debe:
  - durante la carga mantener la temperatura ambiente de 10 a 30°C,
  - limitar la descarga completa (no permitir que se descargue completamente),
  - después de la descarga recargar inmediatamente la batería.
- Almacenar el transmisor a una temperatura de -15 a +30°C y realizar la carga de la batería al menos una vez cada tres meses.

Para cargar la batería, conectar la clavija del cargador a la toma de 12 V del transmisor (ver la punto 2 Fig. 2). Conectar el cargador a una red de 230 V. El proceso de carga de la batería se muestra en forma de iconos deslizantes ► (ver punto 17 Fig. 2). Después de terminar la carga de la batería, los iconos son fijos en la pantalla y la pantalla se ilumina periódicamente.

Después de terminar la carga, primero desconectar el cargador de la red de 230 V y luego desconectar la clavija de alimentación del transmisor.

### 7.2 Alimentación del LKO-1500-LITE / LKO-1500

El diseño del receptor permite extraer e instalar las pilas y baterías sin dañar los precintos. El receptor se alimenta desde un paquete de baterías. Existe la posibilidad de reemplazarlo con 5 pilas AA o 5 baterías.

Las baterías deben colocarse en un recipiente específico, el contenedor debe instalarse en la cámara de alimentación y conectarse con un cable. El rango de tensión de alimentación es de 5,2 V a 7,5 V.

El receptor tiene un indicador de nivel de batería y el apagado automático para evitar una descarga excesiva. Después de conectar la fuente de alimentación se carga la batería, el receptor tiene un protector contra el exceso de carga. El instrumento tiene una protección contra sobrecargas.



#### NOTA!

- Antes de cargar, asegurarse de que en el compartimiento de alimentación está la batería, no las pilas. Hacer caso omiso a esta regla puede dañar el receptor.
- Cargar la batería a una temperatura entre +10°C y +30°C. Hacer caso omiso a esta regla reduce la duración de la batería.

Para cargar la batería, conectar la clavija del cargador a la toma correspondiente del receptor (sección 1 Fig. 7). Conectar el cargador al enchufe de la red de 230 V. El proceso de carga de la batería se muestra en la pantalla con el relleno del símbolo "Batería" (). Después de terminar la carga, el símbolo de la "Batería" estará lleno. La carga de una batería descargada completamente requiere entre 6 y 8 horas.

Durante las pausas más largas en el uso del receptor se recomienda cargar la batería una vez cada tres meses.



- Al cargar una batería completamente descargada, es posible que el indicador de carga no aparezca en la pantalla durante algún tiempo.
- La batería original se carga con la corriente de 400 a 500 mA. Al cargar la batería cuando la capacidad es diferente de la nominal se recomienda comprobar periódicamente la temperatura tocando la batería. En caso del rápido aumento de temperatura de la batería hay que detener la carga.

## 8 Posibles fallos y formas de eliminarlos

Los posibles fallos y las formas de eliminarlos se presentan en los cuadros a continuación.

### 8.1 Transmisor LKN-1500

Tab. 5 Posibles fallos LKN

Tipo de fallo	Posible causa	Solución
El transmisor no se enciende o se apaga solo.	Batería descargada.	Cargar la batería.
	Batería dañada.	Reemplazar la batería en el servicio técnico autorizado Sonel.
Imposible cargar la batería durante el tiempo determinado.	Batería dañada.	Reemplazar la batería en el servicio técnico autorizado Sonel.
	Cargador dañado.	Comprobar el cargador.

### 8.2 Receptor LKO-1500-LITE / LKO-1500

Tab. 6 Posibles fallos LKO

Tipo de fallo	Posible causa	Solución
El receptor no se enciende o se apaga solo.	Batería descargada o dañada.	Recargar o reemplazar la batería o insertar pilas.
 La carga no se señala en la pantalla (la batería no se está cargando).	Fallo del módulo de alimentación.	Comprobar el módulo de alimentación.
	Fallo de la batería.	Se requiere el servicio del fabricante. (reemplazo de la batería).
	Batería extremadamente descargada.	Cargar la batería al menos durante 4 horas
No hay sonido en los auriculares a un volumen normal por el altavoz incorporado.	No hay contacto en la conexión de auriculares.	Reparar o reemplazar los auriculares.
	Grietas en los auriculares.	Reparar o reemplazar los auriculares.
Error en la determinación de la profundidad de una sola línea larga que excede el valor permitido	Error de procesamiento de la señal.	Se requiere el servicio del fabricante.

## 9 Mantenimiento y reparación

El mantenimiento del LKZ-1500, tanto el receptor como el transmisor, se basa en seguir las instrucciones del manual de usuario, las normas de almacenamiento y recarga de la batería, la realización de revisiones periódicas recomendadas por SONEL S.A.

La reparación, así como el reemplazo de la batería en el transmisor durante el período de garantía, sólo se permite en la oficina de la empresa o en un centro técnico autorizado. Dañar los precintos hace que se pierda la garantía.

La carcasa del kit puede ser limpiada con un paño suave y humedecido con detergentes comúnmente utilizados. No utilizar disolventes ni productos de limpieza que puedan rayar la carcasa (povos, pastas, etc.).

Los cables se pueden limpiar con agua y detergentes, luego deben ser secados.

## 10 Transporte y almacenamiento

En el envoltorio original el transporte se lleva a cabo sin restricciones, en vehículos de todo tipo. Durante el transporte en avión, el transmisor debe estar en una cámara cerrada. Las condiciones climáticas de transporte y almacenamiento deben ser observados en el rango de temperatura ambiente de -50°C a + 70°C y a una humedad relativa de no más de 90% a 30 °C. No se permite la precipitación.

Durante el almacenamiento del kit hay que seguir las siguientes instrucciones:

- desconectar todos los cables del transmisor,
- limpiar bien el transmisor, el receptor y todos los accesorios,
- durante un almacenamiento prolongado hay que retirar las baterías y las pilas del transmisor,
- para evitar la descarga total de la batería en el transmisor durante el almacenamiento prolongado hay que recargarla periódicamente.

## 11 Desmontaje y eliminación

La eliminación del receptor y del transmisor realiza el usuario de acuerdo con las normas y los reglamentos vigentes del país. El receptor no contiene piezas en el kit que son peligrosas para el medio ambiente. Se debe recordar que:

- los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos deben ser recogidos por separado, es decir, no se depositan con los residuos de otro tipo;
- los residuos de dispositivos electrónicos deben ser llevados al punto limpio conforme con la Ley sobre los residuos de aparatos eléctricos y electrónico de acuerdo con la ley local;
- antes de enviar el equipo a un punto de recolección no intente desmontar ninguna pieza del equipo;
- hay que seguir las normativas locales en cuanto a la eliminación de envases, pilas y baterías gastadas.

## 12 Datos técnicos

El dispositivo no tiene el carácter de un patrón, por lo tanto, no está sujeto a calibración. La forma adecuada de control para este tipo de instrumento es la verificación

### 12.1 Transmisor LKN-1500

#### 12.1.1 Datos técnicos básicos

Parámetro		Valor	Notas
Frecuencia de la señal de salida, [Hz]	Señal de una frecuencia	273 526 1024 8928 32768 (33 kHz)	± 2 [Hz]
	Señal de frecuencia doble (frecuencia fundamental)	1024 (↑ ↓) 8928 (φ)	
Rango de ajustes de la potencia de salida [W]		de 1 a 10	en los pasos 1, 2, 5 y 10 [W]
Tensión de salida. No más de [V]	sin restricciones	200	en bandas de frecuencia de 32768 Hz la tensión de salida no excede 130 [V]
	con limitación forzada	30	
Precisión de la tensión de salida		± (5% v.m. + 5 dígitos)	en bandas de frecuencia de 8928 y 32768 [Hz] no se especifica la precisión.
El rango de ajuste con la máxima potencia de salida a juego en la frecuencia dada [Ω]	273 y 1024 [Hz]	de 30 a 3000	
	8928 [Hz]	de 30 a 2000	
	frecuencia doble		
Corriente de salida, no más de [A]		0,6	
Precisión de la corriente de salida		± (5% v.m. + 3 dígitos)	en bandas de frecuencia de 8928 y 32768 [Hz] no se especifica la precisión.
Rango de tensión de alimentación de DC [V]		de 10,5 a 15,0	
La máxima potencia de entrada desde una fuente de 12 V de alimentación externa, no más de [W]		22	
Tiempo de funcionamiento continuo del transmisor LKN con la batería completamente cargada, más de, [h]		6	en modo de impulsos, la potencia de salida máxima
Resistencia eléctrica de aislamiento en condiciones normales entre las tomas "salida" y la carcasa [V]		1500	corriente alterna con una frecuencia de 50 [Hz]
Resistencia de aislamiento entre las tomas "Salida" y la carcasa (en condiciones normales), no menos de, [MΩ]		20	a una tensión de 2500 [V]
Dimensión del transmisor [mm]		275x250x180	
Peso del transmisor [kg]		4,9	

Notas:

en.m. – valor medido

dígitos – el así llamado peso del último dígito

## 12.1.2 Otros datos técnicos

- a) grado de protección de la carcasa según EN 60529 .....IP54 (IP53 para la carcasa abierta)
- b) alimentación..... VRLA (AMG) de plomo-ácido 12 V, 7 Ah
- c) dimensión ..... 275 x 250 x 180mm
- d) peso..... ca. 4,9 kg
- e) temperatura de trabajo..... -20...+55°C
- f) temperatura de almacenamiento.....-50...+70°C
- g) temperatura de referencia ..... +23 ± 2°C
- h) humedad relativa ..... de no más de 90% a temperaturas de hasta 30°C
- i) presión atmosférica..... de 840 a 1067 hPa



El transmisor puede generar interferencias de valor superior a los límites definidos en la norma EN 61326-1 y en caso de inducir la señal en la red eléctrica puede interferir con otros dispositivos, lo que se debe a su forma de funcionamiento.

## 12.2 Receptor LKO-1500-LITE / LKO-1500

### 12.2.1 Datos técnicos básicos

Nazwa parametru	LKO-1500-LITE		LKO-1500	
	Frecuencia, [Hz]	Sensibilidad no inferior a [µA/m]*	Frecuencia, [Hz]	Sensibilidad no inferior a [µA/m]*
Valores nominales de frecuencia durante el trabajo con el transmisor y la sensibilidad del receptor a una frecuencia determinada	1024	150	273	500
	8928	25	526	300
	32768	5	1024	150
	(33k)		8928	25
			32768	5
			(33k)	
Frecuencias pasivas de trabajo [Hz]	50, RADIO, SB		50, 100, 300, 550, 1450, RADIO, SB	
Ancho de banda – modo RADIO [kHz]	desde 10 hasta 36		desde 10 hasta 36	
Ancho de banda – modo SB [Hz]	desde 48 hasta 14000		desde 48 hasta 14000	
Frecuencias de trabajo adicionales cuando se trabaja con los generadores de otros fabricantes	-		491, 512, 982, 2000, 2048, 8440, 9828, 10000	
Valores nominales de frecuencia durante el trabajo sin transmisor [Hz]	-		25, 50, 60, 100, 300, 550, 1450	
Frecuencia de trabajo en modo SONDA [Hz]	-		-	
Rango dinámico de las señales de entrada, no inferior a [dB]	102		102	
Ancho de banda para cada frecuencia de trabajo no más de [Hz]	a nivel de -3 [dB]	a nivel de -60 [dB]	a nivel de -3 [dB]	a nivel de -60 [dB]
	9	24	9	24

Nazwa parametru	LKO-1500-LITE	LKO-1500
Medición de la profundidad de acumulación de un objeto de infraestructura [m]	desde 0,10 hasta 6,00	desde 0,10 hasta 10,00
Medición de la corriente en línea con la frecuencia de trabajo	desde 10 mA do 10,0 A	desde 10 mA hasta 10,0 A
Error de indicación de la profundidad para una sola comunicación, ampliada y directa, max	$\pm\{[4+0,3h(h+1)]\%+0,1\text{ m}\}$ , donde h – profundidad medida	$\pm\{[4+0,2h(h+1)]\%+0,1\text{ m}\}$ , donde h – profundidad medida
Precisión de la localización de un solo objeto situado a 2 m de profundidad	$\pm 0,1\text{ m}$	-
Rango de medición de la tensión en la entrada de la toma "SENSOR" con la frecuencia de trabajo	-	desde 0,01 mV hasta 1,70 V
Error máximo permitido en la medición de la tensión	-	$\pm(3\%\text{ en.m.} + 3\text{ dígitos})$
Sensibilidad a la entrada de la toma "SENSOR" con una relación señal/ruido 6 dB, no inferior a, [mV]	-	0,05
Resistencia de entrada para la entrada "SENSOR" [M $\Omega$ ]	-	1
Consumo de energía, no más de [W]	-	2
Tiempo de trabajo continuo con una batería completamente cargada en condiciones normales, no inferior a [h]	5	5

\* Estándar para el método "máximo equilibrado". Relación de la señal al ruido de 6 dB.

El receptor tiene el cambio de paso para amplificar la señal de entrada con el paso de 6 dB (cada paso cambia la amplificación dos veces).

## 12.2.2 Otros datos técnicos

- a) grado de protección de la carcasa según EN 60529 ..... IP54
- b) alimentación ..... baterías Ni-MH 6 V/2000 mAh
- c) dimensión ..... 700 x 300 x 140 mm
- d) peso
  - LKO-1500-LITE ..... ca. 1,7 kg
  - LKO-1500 ..... ca. 1,8 kg
- e) temperatura de trabajo ..... -20...+55°C
- f) temperatura de almacenamiento ..... -50...+70°C
- g) humedad relativa ..... de no más de 95% a temperaturas de hasta 30°C
- h) presión atmosférica ..... de 600 a 1067 hPa
- i) temperatura de referencia ..... +23  $\pm$  2°C

## 13 Accesorios

La lista actual de accesorios se puede encontrar en el sitio web del fabricante.

### 13.1 Accesorios estándar

El kit estándar incluye:

Nombre	LKZ-1500-LITE LKZ-1500	LKN-1500	LKO-1500-LITE LKO-1500
• transmisor LKN-1500	√	√	
• receptor LKO-1500-LITE / LKO-1500	√		√
• cable 5,0 m azul 1 kV (conectores tipo banana) <b>WAPRZ005BUBB</b>	√	√	
• cable 5,0 m rojo 1 kV (conectores tipo banana) <b>WAPRZ005REBB</b>	√	√	
• cocodrilo azul 1 kV 20 A <b>WAKROBU20K02</b>	√	√	
• cocodrilo rojo 1 kV 20 A <b>WAKRORE20K02</b>	√	√	
• sonda de tierra de 23 cm <b>WASONG23</b>	√	√	
• cargador de batería Z16 (transmisor) <b>WAZASZ16</b>	√	√	
• cargador de batería Z17 (receptor) <b>WAZASZ17</b>	√		√
• arnés <b>WAPOZSZE6</b>	LKZ-1500		LKO-1500
• funda L13 <b>WAFUTL13</b>	√		√
• protector solar LKO-1500 <b>WAPOZOSL4</b>	LKZ-1500		LKO-1500
• batería NiMH 6 V, 2 Ah <b>WAAKU23</b>	√		√
• recipiente para baterías <b>WAPOJ3</b>	√		√
• manual de uso	√	√	√

### 13.2 Accesorios adicionales

Adicionalmente se pueden comprar los siguientes artículos que no están incluidos en el equipamiento estándar:

- marco A **WAADALKZRA2**
- sonda DKI **WASONDKI**
- adaptador – módulo GPS GT-750 **WAADAGT750**
- pinza de transmisión N-1 (fi 52 mm, incluye el cable de dos hilos) **WACEGN1BB**
- pinza de transmisión N-4 (fi 110 mm, incluye el cable de dos hilos) **WACEGN4**
- pinza de transmisión N-5 (fi 125 mm, incluye el cable de dos hilos) **WACEGN5**

## 14 Servicio

El servicio de garantía y posgarantía presta únicamente:

**SONEL S.A.**  
Wokulskiego 11  
58-100 Świdnica  
Polonia  
tel. +48 74 858 38 60  
fax +48 74 858 38 09  
E-mail: [export@sonel.pl](mailto:export@sonel.pl)  
Web page: [www.sonel.pl](http://www.sonel.pl)

## NOTAS

## NOTAS

## NOTAS





**SONEL S.A.**  
**Wokulskiego 11**  
**58-100 Świdnica**  
**Polonia**



**+48 74 858 38 60**  
**+48 74 858 38 00**  
**fax +48 74 858 38 09**

**e-mail: [export@sonel.pl](mailto:export@sonel.pl)**  
**Página web: [www.sonel.pl](http://www.sonel.pl)**