

Medidores LCR Portátiles Pantalla Dual
 40.000 Cuentas
 Modelos 878B, 879B y 880



Medidores LCR Portátiles
 de Funciones Completas

Los Modelos 878B, 879B y 880 de BK Precisión, los medidores de LCR portátiles de 40.000 cuentas miden inductancia, capacitancia y resistencia de manera rápida y precisa. Los modelos 879B y 880 también miden impedancia, Theta y ESR. Adicionalmente, el Modelo 880 ofrece capacidades típicamente halladas en medidores LCR de banco, tales como la configuración de 4 terminales, mediciones básicas con precisión de hasta 0.1 %, pruebas de frecuencias de hasta 100 kHz, pruebas de niveles de señal seleccionables y rangos de mediciones.

Las funciones autorango y de configuraciones de mediciones rápidas como las de parámetros y de prueba de frecuencias hacen que estos medidores sean simples y fáciles de operar. Además incluyen funciones prácticas como las de retención de datos, registro de Min/Máx/Promedio, clasificación de tolerancia y modo relativo. Los datos de las mediciones pueden ser transferidos continuamente a una PC mediante el interfaz mini USB, el software de registro de datos proveído o de comandos SCPI enviados desde un programa personalizado.

Mediciones ESR

Los Modelos 879B y 880 tienen la habilidad de medir el ESR (la Resistencia de Serie Equivalente) de los capacitores. EL ESR es la suma de la resistencia AC en-fase de un condensador, utilizada para clasificar su calidad. Un condensador ideal sin pérdidas es aquel que posee un ESR de cero. Un condensador podría medir el valor de capacitancia correcto aún estando defectuoso, debido a la resistencia AC en-fase excesiva de un componente. Pero los Modelos 879B y 880 si pueden ser capaces de detectar este componente defectuoso.

Características & Beneficios

- Resolución de 40.000 cuentas en pantalla primaria y 10.000 cuentas en la secundaria
- Mediciones primarias L, C, R y Z (sólo en Modelos 879B & 880)
- Cálculo automático de parámetros secundarios D, Q, θ , ESR (θ /ESR sólo en Modelos 879B & 880) y DCR (sólo en Modelo 880)
- Precisión de hasta 0.1% y prueba de frecuencia seleccionable de hasta 100 kHz (sólo en 880)
- Diseño autorango para medición de componentes muy rápida y fácil
- Modo autodetección para identificar: tipo de componentes y de medición (Modelo 880)
- Modo relativo y de tolerancia visual y audible
- Retención de datos y registro de Min/Máx/Promedio
- Interfaz USB (Virtual COM)
- Comunicación remota utilizando comandos compatibles SCPI
- Software para registro de datos y emulación del panel frontal (descarga gratuita)
- Estado del poder configurable al encendido
- 3 años de garantía

Aplicaciones

- Reparación de componentes pasivos
- Ensamblado electrónico
- Control de calidad
- Sorteo de componentes

Especificaciones	878B	879B	880
Mediciones	L, C, R, D, Q	L, C, R, Z, D, Q, θ , ESR	L, C, R, Z, D, Q, θ , ESR & DCR
Precisión Básica	0.5%	0.5%	0.1%
Prueba de Frecuencia	120 Hz, 1 kHz	100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz	100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz
Prueba de Señal	0.6 Vrms	0.6 Vrms	0.3 Vrms, 0.6 Vrms, 1 Vrms DCR: 1 Vdc
Pantalla Retroiluminada	-	✓	✓
Modo de Autodetección	-	-	✓
Modo de Tolerancia	1%, 5%, 10%	1%, 5%, 10%, 20%	1%, 5%, 10%, 20%
Velocidad de Medición	1.5 lecturas/seg	1.5 lecturas/seg	4 lecturas/seg (rápido), 1.5 lecturas/seg (lento)

Operación Fácil del Panel Frontal



Funciones Poderosas

Flexible Operación

Un pie de inclinación brinda flexibilidad de posición para mejor visualización y operación del medidor. El estuche de goma moldeado por inyección protege el medidor para brindar mayor durabilidad. Una batería simple de 9 V (16 horas con batería alcalina) o el adaptador de 12 V incluido (solo en los Modelos 879B & 880) pueden ser usados para alimentar el medidor, dando al usuario las opciones portable o de uso en banco de trabajo.

El Modelo 880 incluye una batería Ni-MH recargable que brinda hasta 6 horas de vida de batería.

Configuración de Cuatro Terminales Protegidas (Modelo 880)

El Modelo 880 ofrece un enchufe de 4 terminales con sensado separado y puntas de corriente con terminales resguardadas, una configuración típicamente hallada únicamente en medidores LCR de banco. Al usar las puntas de prueba Kelvin

de 4-terminales incluidas, esta configuración puede reducir el efecto de las impedancias de plomo y la resistencia de contacto. Esto minimiza errores de mediciones y aumenta la precisión especialmente en el rango de baja impedancia.

Autorango Rápido

El diseño avanzado de circuito autorango permite realizar mediciones rápidas sin necesidad de seleccionar rangos manualmente.

Pantalla Dual

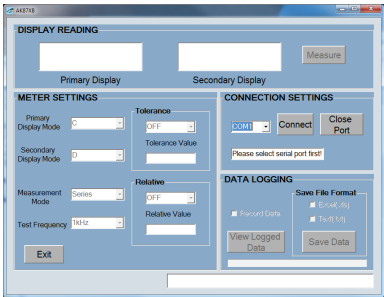
La pantalla dual permite visualizar mediciones simultáneamente de manera práctica a la misma vez.

Modo Autodetección (Modelo 880)

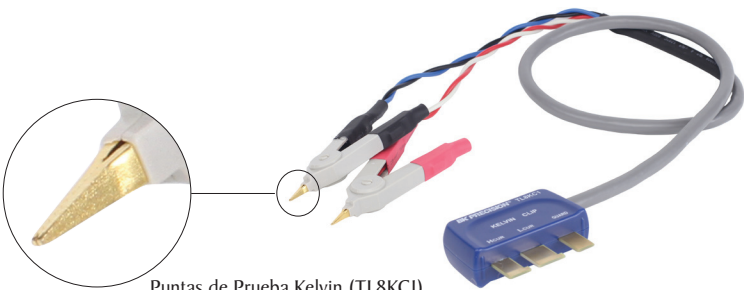
Sólo con presionar un botón, la función Autodetección identificará de manera automática los parámetros primarios L, C o R y secundarios relacionados, y establecerá tanto el modo equivalente en serie/paralelo como el rango apropiado.

Aumente Productividad con Conexión a una PC

El software para sus medidores LCR portátiles permite visualizar y registrar mediciones, configuraciones y parámetros de instrumentos. Está disponible para descarga gratuita de bkprecision.com



Accesorios

		
Adaptador AC	Cable USB	Puntas de Prueba Kelvin (TL8KCI)
		
Placa para Cortocircuitos	Puntas de Prueba Cocodrilo	Pinza SMD (TL8SM)

Modelo	Puntas de Pueba Cocodrilo	Cable USB	Adaptador AC	Placa para Cortocircucitos	Puntas de Pueba Kelvin	Pinza SMD
878B	●	●	-	-	-	-
879B	●	●	●	-	-	-
880	●	●	●	●	●	●

“●” Incluido

Especificaciones

General

Modelo	878B	879B	880
Parámetros de Medición	L/C/R/D/Q	L/C/R/Z/D/Q/θ/ESR	L/C/R/Z/DCR/D/Q/θ/ESR
Configuración Prueba de Frecuencia	120 Hz, 1 kHz	100 Hz,120 Hz, 1 kHz, 10 kHz	100 Hz,120 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz
Frecuencia Actual (±0.02%)	120.048 Hz, 1 kHz	100 Hz, 120.048 Hz, 1 kHz, 10 kHz	100 Hz, 120.048 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz
Modo de Tolerancia	1%, 5%, 10%	1%, 5%, 10%, 20%	
Pantalla Retroiluminada	No	Sí	
Prueba de Nivel de Señal (Típico)	0.6 Vrms		0.3 Vrms, 0.6 Vrms, 1 Vrms. Señal DCR: 1 Vdc
Modo de Medición de Circuito	Modo en Serie / Modo Paralelo		
Precisión Básica	0.5%		0.1%
Modo de Rango	Auto		
Terminales para Medición	3 terminales con enchufes		3-terminales, 5-terminales con enchufes
Rango de Medición	1.5 lecturas/seg (búsqueda de autorango no incluida)		LCRZ: 4 lecturas/seg (rápido), 1.5 lecturas/seg (lento) DCR: 3 lecturas/seg (rápido), 2.5 lecturas/seg (lento)
Tiempo de Respuesta (Típico)	680 ms		
Autoapagado	5, 15, 30, 60 minutos, ninguno		
Temperatura de Operación	32° F a 104° F (0° a 40° C); 0-70% R.H.		32° F a 104° F (0° a 40° C); ≤90% R.H.
Temperatura de Almacenamiento	-4° F a 122 °F (-20° a +50° C); 0-80% R.H.		-4° F a 104° F (-20° a 50° C); 0-90% R.H.
Indicación Baja Batreria (Típico)	6.8 V		
Vida de Batería (Típico)	16 horas usando batería alcalina (a 1 kHz con 100 Ω DUT, sin iluminación), 6 horas usando Ni-MH (sólo 880)		
Consumo de Poder (Típico)	28 mA para operación (batería con poder completo)/ 2 µA (11 µA sólo 880) después del autoapagado		
Requerimientos de Poder	9V batería o adaptador AC Ext. *: DC 12 Vmin –15 Vmax. (carga 50 mA Min.)		
Dimensiones (Al x An x Pr)	7.5" x 3.5" x 1.6" (190 × 90 × 41) mm		
Peso	0.767 lbs (348 g) sin batería		
Seguridad	Cumple la Directiva Bajo Voltaje EU 2006/95/EC, EN61010-1:2001,		
Compatibilidad Electromagnética	Cumple Directiva EMC 2004/108/EC, EN61326-1:2006		
Garantía de Tres Años			
Accesorios Estándar	Puntas de prueba banana-a-cocodrilo, batería de 9 V, cable de interfaz USB mini, manual del usuario, adaptador AC* (sólo en Modelo 879B)		Puntas de prueba de banana-a-cocodrilo, batería Ni-MH de 9 V, cable de interfaz USB mini, Inseto para inicio rápido, adaptador AC*, placa de cortocircuitos, puntas de prueba Kelvin con 4 terminales protegidas (Modelo T8KCI), Pinza SMD (Modelo TL8SM)

*Los Modelos 879B y 880 incluyen un adaptador AC para 120 V. Para obtener un adaptador AC para 230 V, ordene los Modelos 879B-220V o 880-220V. Los adaptadores AC son accesorios opcionales para el Modelo 878B.

Especificaciones (Continuación)

Especificaciones de Precisión

La precisión se expresa en $\pm$ (% de lectura + número de los últimos dígitos significantes) para lecturas fallando entre 10% a 100% del rango en completa escala.

Es válida después de 30 minutos de tiempo de precalentamiento, operando a 23 °C $\pm$ 5 °C, <75% R.H. y utilizando la velocidad de medición más baja.

Sólo en el Modelo 880: seleccionando un nivel de señal de prueba de 0.3V, la precisión de medición es el doble de la precisión indicada en la tabla.

	Rango	Máxima de Pantalla	Precisión Lx (878B & 879B)	Precisión Lx (Sólo 880)	DF (Dx <0.5) (878B & 879B)	DF (Dx <0.5) (Sólo 880)	Modo de Medición
Inductancia	100 Hz*/120 Hz	1000 H	1.5% + 3 dígitos	1% + 3 dígitos	1.5% + 50 dígitos	1% + 3 dígitos	Paralelo
		400 H	0.7% + 2 dígitos	0.35% + 2 dígitos	0.7% + 50 dígitos	0.35% + 2 dígitos	Paralelo
		40 H	0.7% + 2 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.7% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Series/ Paralelo (Paralelo)**
		4000 mH 4 H**	0.5% + 1 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.5% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie Serie/Paralelo**
		400 mH	0.6% + 2 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.6% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie
		40 mH	0.9% + 2 dígitos	0.45% + 2 dígitos	0.9% + 50 dígitos	0.45% + 2 dígitos	Serie
		4 mH	2.8% + 3 dígitos	1.40% + 5 dígitos	2.8% + 50 dígitos	No Especificado	Serie
Inductancia	1 kHz	100 H	1.5% + 3 dígitos	1% + 3 dígitos	1.5% + 50 dígitos	1% + 3 dígitos	Paralelo
		40 H	0.7% + 2 dígitos	0.35% + 2 dígitos	0.7% + 50 dígitos	0.35% + 3 dígitos	Paralelo
		4000 mH 4 H**	0.7% + 2 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.7% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie/Paralelo (Paralelo)**
		400 mH	0.5% + 1 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.5% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie Serie/Paralelo
		40 mH	0.6% + 2 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.6% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie
		4000 μ H 4 mH**	0.9% + 2 dígitos	0.45% + 2 dígitos	0.9% + 50 dígitos	0.45% + 2 dígitos	Serie
		400 μ H	2.8% + 3 dígitos	1.4% + 5 dígitos	2.8% + 50 dígitos	No Especificado	Serie
Inductancia	10 kHz*	1000 mH	1.5% + 3 dígitos	0.8% + 3 dígitos	1.5% + 50 dígitos	0.8% + 3 dígitos	Paralelo
		400 mH	0.7% + 2 dígitos	0.35% + 2 dígitos	0.7% + 50 dígitos	0.35% + 2 dígitos	Serie/Paralelo (Paralelo)**
		40 mH	0.5% + 1 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.5% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie Serie/Paralelo**
		4000 μ H 4 mH**	0.6% + 2 dígitos	0.3% + 2 dígitos	0.6% + 50 dígitos	0.3% + 2 dígitos	Serie
		400 μ H	0.9% + 2 dígitos	0.45% + 2 dígitos	0.9% + 50 dígitos	0.45% + 2 dígitos	Serie
		40 μ H	2.8% + 3 dígitos	1.4% + 5 dígitos	2.8% + 50 dígitos	No Especificado	Serie
		100 mH	399.99 mH	N/A	1.5% + 5 dígitos	1.5% + 5 dígitos	Paralelo
Inductancia	100 kHz**	40 mH	39.999 mH	N/A	1.5% + 2 dígitos	1.5% + 2 dígitos	Paralelo
		4 mH	3.9999 mH	N/A	0.5% + 2 dígitos	0.5% + 2 dígitos	Serie/Paralelo
		400 μ H	399.99 μ H	N/A	0.5% + 2 dígitos	0.5% + 2 dígitos	Serie
		40 μ H	39.999 μ H	N/A	0.8% + 5 dígitos	0.8% + 5 dígitos	Serie
		4 μ H	3.999 μ H	N/A	2.5% + 10 dígitos	No Especificado	Serie

* = Sólo en Modelos 879B & 880, ** = Sólo en Modelo 880

Especificaciones (Cont.)

		Rango	Máxima de Pantalla	Precisión Cx (878B & 879B)	Precisión Cx (Sólo 880)	DF (Dx <0.5) (878B & 879B)	DF (Dx <0.5) (Sólo 880)	Modo de Medición
Capacitancia	100 Hz*/120 Hz	20 mF	20.000 mF	8% + 3 dígitos	5% + 5 dígitos	8% + 500 dígitos	5% + 5 dígitos	Serie
		4000 µF (4 mF)**	3999.9 µF (3.9999 mF)**	2% + 2 dígitos	1% + 3 dígitos	2% + 500 dígitos	1% + 3 dígitos	Serie
		400 µF	399.99 µF	0.7% + 2 dígitos	0.35% + 2 dígitos	0.7% + 50 dígitos	0.35% + 2 dígitos	Serie
		40 µF	39.999 nF	0.5% + 1 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.5% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie
		4000 nF 4 µF**	3999.9 nF 3.9999 µF**	0.5% + 1 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.5% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie/Paralelo
		400 nF	399.99 nF	0.5% + 2 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.5% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie/Paralelo (Paralelo)**
		40 nF	39.999 nF	0.7% + 1 dígitos	0.35% + 3 dígitos	0.7% + 50 dígitos	0.35% + 3 dígitos	Paralelo
		4 nF	3.9999 nF	2.5% + 2 dígitos	1.25% + 5 dígitos	2.5% + 50 dígitos	No Especificado	Paralelo
	1 kHz	1000 µF	1000.0 µF	3.7% + 3 dígitos	2% + 5 dígitos	3.7% + 50 dígitos	2% + 5 dígitos	Serie
		400 µF	399.99 µF	2% + 2 dígitos	1% + 3 dígitos	2% + 50 dígitos	1% + 3 dígitos	Serie
		40 µF	39.999 µF	0.7% + 2 dígitos	0.35% + 2 dígitos	0.7% + 50 dígitos	0.35% + 2 dígitos	Serie
		4000 nF 4 µF**	3999.9 nF 3.9999 µF**	0.5% + 1 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.5% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie
		400 nF	399.99 nF	0.5% + 2 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.5% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie/Paralelo
		40 nF	39.999 nF	0.5% + 2 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.5% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie/Paralelo (Paralelo)**
		4000 pF 4 nF**	3999.9 pF 3.9999 nF**	0.7% + 2 dígitos	0.35% + 3 dígitos	0.7% + 50 dígitos	0.35% + 3 dígitos	Paralelo
		400 pF	399.9 pF	2.5% + 2 dígitos	1.25% + 5 dígitos	2.5% + 50 dígitos	No Especificado	Paralelo
	10 kHz*	100 µF	100.00 µF	3.9% + 5 dígitos	3% + 5 dígitos	3.9% + 50 dígitos	3% + 5 dígitos	Serie
		40 µF	39.999 µF	3.7% + 3 dígitos	1.5% + 3 dígitos	3.7% + 50 dígitos	1.5% + 3 dígitos	Serie
		4000 nF 4 nF**	3999.9 nF 3.9999 nF**	0.7% + 2 dígitos	0.35% + 2 dígitos	0.7% + 50 dígitos	0.35% + 2 dígitos	Serie
		400 nF	399.99 nF	0.5% + 2 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.5% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie
		40 nF	39.999 nF	0.5% + 1 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.5% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie/Paralelo
		4000 pF	3999.9 nF	0.5% + 2 dígitos	0.1% + 2 dígitos	0.5% + 50 dígitos	0.1% + 2 dígitos	Serie/Paralelo (Paralelo)**
		400 pF	399.99 pF	0.7% + 2 dígitos	0.35% + 3 dígitos	0.7% + 50 dígitos	0.35% + 3 dígitos	Paralelo
		40 pF	39.99 pF	2.5% + 2 dígitos	1.5% + 5 dígitos	2.5% + 50 dígitos	No Especificado	Paralelo
	100 kHz**	10 µF	10.000 µF	N/A	6% + 20 dígitos	N/A	6% + 20 dígitos	Serie
		4 µF	3.9999 µF	N/A	2.5% + 10 dígitos	N/A	2.5% + 10 dígitos	Serie
		400 nF	399.99 nF	N/A	0.8% + 5 dígitos	N/A	0.8% + 5 dígitos	Serie
		40 nF	39.999 nF	N/A	0.5% + 2 dígitos	N/A	0.5% + 2 dígitos	Serie/Paralelo
		4 nF	3.9999 nF	N/A	0.5% + 2 dígitos	N/A	0.5% + 2 dígitos	Paralelo
		400 pF	399.99 pF	N/A	0.8% + 2 dígitos	N/A	0.8% + 2 dígitos	Paralelo
		40 pF	39.999 pF	N/A	1.2% + 5 dígitos	N/A	1.2% + 5 dígitos	Paralelo
		4 pF	4.999 pF	N/A	No Especificado	N/A	No Especificado	Paralelo

Especificaciones (Cont.)

		Rango	Máxima de Pantalla	Precisión R/Zx (878B & 879B)	Precisión R/Zx (Sólo 880)	Precisión θ (878B & 879B)	Precisión θ (Sólo 880)	Modo de Medición
Resistencia/Impedancia*	100 Hz*/120 Hz/ 1 kHz/10 kHz**	10 MΩ	10.000 MΩ	5.5% + 3 dígitos	3% + 3 dígitos	±3.2°	±1.75°	Paralelo
		4000 kΩ	3999.9 kΩ	2.5% + 2 dígitos	1% + 3 dígitos	±1.5°	±0.75°	Paralelo
		400 kΩ	399.99 kΩ	0.7% + 2 dígitos	0.35% + 2 dígitos	±0.4°	±0.25°	Paralelo
		40 kΩ	39.999 kΩ	0.5% + 2 dígitos	0.1% + 2 dígitos	±0.3°	±0.1°	Serie/Paralelo (Paralelo)**
		4000 Ω 4 kΩ**	3999.9 Ω 3.9999 kΩ**	0.5% + 2 dígitos	0.1% + 2 dígitos	±0.3°	±0.1°	Serie/Paralelo
		400 Ω	399.99 Ω	0.5% + 2 dígitos	0.1% + 2 dígitos	±0.3°	±0.1°	Serie
		40 Ω	39.999 Ω	0.7% + 2 dígitos	0.35% + 2 dígitos	±0.4°	±0.25°	Serie
		4 Ω	3.9999 Ω	2% + 2 dígitos	1% + 3 dígitos	±1.2°	±0.6°	Serie
		0.4 Ω**	0.3999 Ω**	No Especificado	3% + 5 dígitos	No Especificado	No Especificado	Serie
Impedancia**	100 kHz**	10 MΩ	10.000 MΩ	N/A	8.0% + 20 dígitos	N/A	±4.6°	Paralelo
		4 MΩ	3.9999 MΩ	N/A	3% + 10 dígitos	N/A	±1.75°	Paralelo
		400 kΩ	399.99 kΩ	N/A	1.2% + 5 dígitos	N/A	±0.69°	Paralelo
		40 kΩ	39.999 kΩ	N/A	0.8% + 2 dígitos	N/A	±0.46°	Paralelo
		4 kΩ	3.9999 kΩ	N/A	0.5% + 2 dígitos	N/A	±0.3°	Serie/Paralelo
		400 Ω	399.99 Ω	N/A	0.5% + 2 dígitos	N/A	±0.3°	Serie
		40 Ω	39.999 Ω	N/A	0.8% + 5 dígitos	N/A	±0.46°	Serie
		4 Ω	3.9999 Ω	N/A	2.5% + 10 dígitos	N/A	±1.43°	Serie
		0.4 Ω	3.9999 Ω	N/A	6% + 20 dígitos	N/A	No Especificado	Serie

		Rango	Máxima de Pantalla	Precisión ESR	Modo de Medición
ESR (879B)	100 Hz/120 Hz/ 1 kHz/ 10 kHz	1000 Ω	999.9 Ω	0.5% + 2 dígitos	Serie
		100 Ω	99.99 Ω	0.5% + 2 dígitos	Serie
		10 Ω	9.999 Ω	0.7% + 2 dígitos	Serie
		1 Ω	.9999 Ω	2% + 2 dígitos	Serie

* = Sólo en Modelos 879B & 880, ** = Sólo en Modelo 880

Especificaciones (Cont.)

DCR (880)	Rango	Máxima de Pantalla	Precisión
	20 MΩ	20.000 MΩ	2 % + 20 dígitos
	4 MΩ	3.9999 MΩ	1% + 10 dígitos
	400 kΩ	399.99 kΩ	0.5% + 5 dígitos
	40 kΩ	39.999 kΩ	0.1% + 2 dígitos
	4 kΩ	3.9999 kΩ	0.1% + 2 dígitos
	400 Ω	399.99 Ω	0.1% + 2 dígitos
	40 Ω	39.999 Ω	0.1% + 2 dígitos
	4 Ω	3.9999 Ω	0.5% + 10 dígitos
	0.4 Ω	0.3999 Ω	2% + 20 dígitos

Nota: la precisión de la Resistencia de Serie Equivalente (ESR) en el Modelo 880 es calculada de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$R_{se} = \pm X_x \times \theta_e \text{ donde } X_x \text{ es la medición de impedancia, } 2\pi f L_x \text{ o } \frac{1}{2\pi f C_x}, \text{ y } \theta_e \text{ es la precisión del ángulo de fase, } \theta_e \times \frac{\pi}{180}.$$