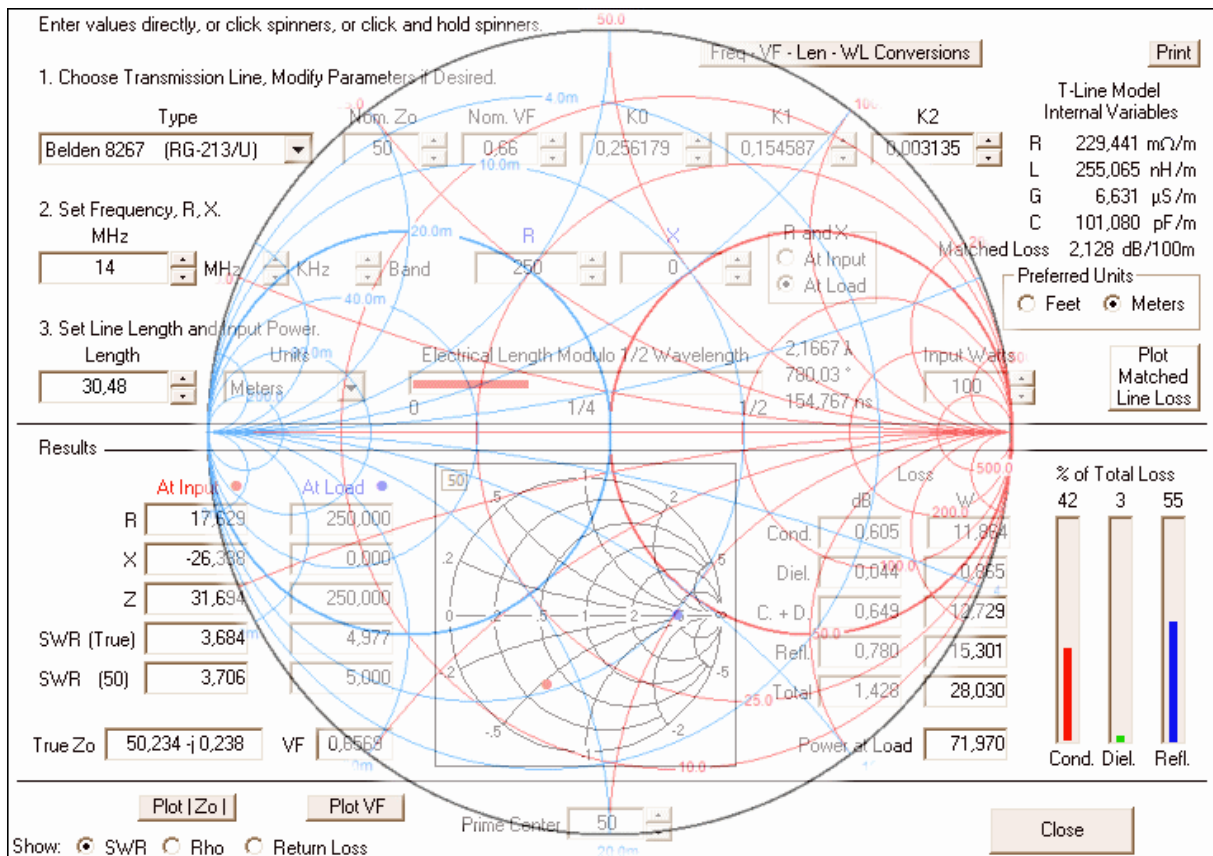


TLD Transmission Line Details

Version 2.0.1, November, 2014

von Dan, AC6LA



TLDetails zeigt die Impedanz- und Reflexionsfaktor Parameter. Das sind SWR, Reflexionsfaktorgröße Rho oder Rückflussdämpfung RL in dB, an beiden Enden einer Übertragungsleitung und die Details der Verlustleistung in der Leitung.

Zusätzlich zu den numerischen Ergebnissen werden Impedanzpunkte in einem Smith-Diagramm und Verlustkomponenten in Balkendiagrammen dargestellt.

TLDetails enthält Merkmale von ca. 100 auszuwählenden Leitungstypen. Du kannst diese Werte verändern, um zu sehen, wie sich kleine Änderungen auf die Ergebnisse auswirken, oder um benutzerdefinierte Leitungsdaten anzugeben. Alle Programmeingaben können von dir direkt geändert werden oder du kannst die Änderungen über das Listenauswahlfeld vornehmen.

Es gibt keine separate Hilfedatei, aber du bekommst kurze Hinweise zu vielen Textfelder angezeigt, indem du mit der Maus über diese Felder fährst. **TLD**etails muss mit einer Bildschirmgröße von 800 x 600 Pixel oder mehr ausgeführt werden.



TLDetails.zip File herunterladen. Du findest **TLD**etails unter <https://ac6la.com/tldetails1.html>

Es ist kostenlos und läuft als eigenständiges Visual Basic-Programm. Es benötigt kein Excel.

HAVE FUN

und

Viel Erfolg!

von Uli, DL2LTO

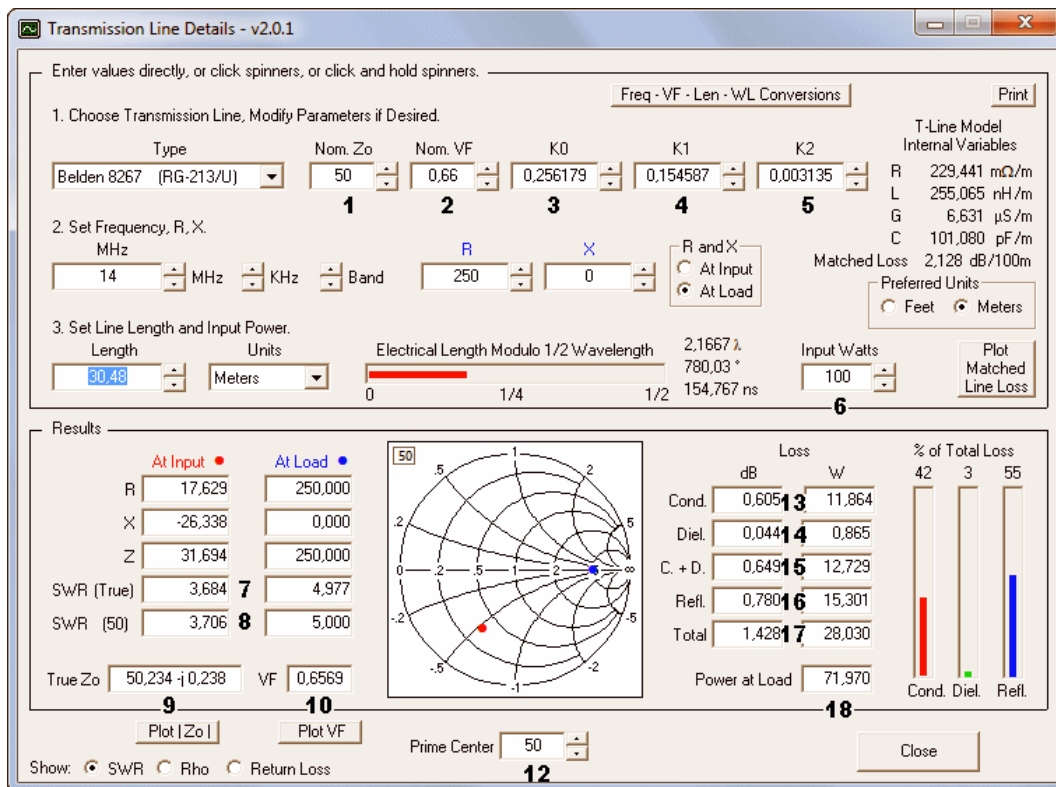
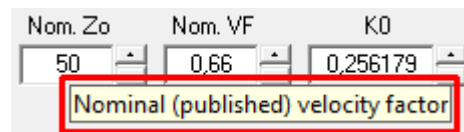


Abb. 1 – Felder des Hauptbildschirms mit Nummer für eine Kurzerklärung

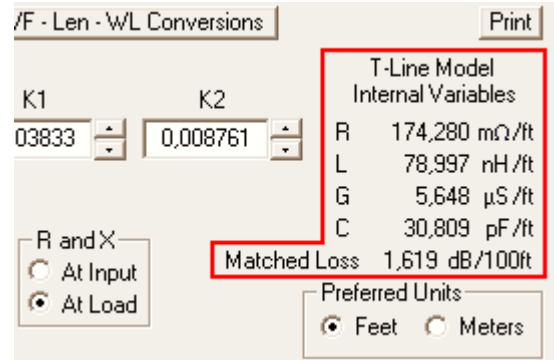
Du bekommst eine Erklärung zu vielen Textfeldern, wenn du mit dem Cursor über diese Felder fährst.



Kurzerklärung wichtiger Wertfelder:

- 1** Nominal, veröffentlichter Wellenwiderstand
- 2** Nominal, veröffentlichter Verkürzungsfaktor
- 3** Koeffizient für den Gleichstromwiderstand des Kabels [Draht]
- 4** Koeffizient für den Widerstand des Kabels [Draht] auf Grundlage vom Skin-Effekt
- 5** Koeffizient für dielektrische [Isolations-] Verluste
- 6** Leistungspegel am Kabel Eingang
- 7** Echte SWR/Rho/RL, Referenz Zo
- 8** SWR/Rho/RL, basierend auf dem aktuellen Bezugswiderstand im Smith-Diagramm
- 9** Charakteristische Impedanz bei der aktuellen Frequenz
- 10** Verkürzungsfaktor bei der aktuellen Frequenz
- 12** Bezugswiderstand im Smith-Diagramm und alternative SWR/Rho/RL-Referenzbasis
- 13** Kabel [Draht] Verlust bei der aktuellen Frequenz und Länge
- 14** Dielektrischer [Isolations-] Verlust bei der aktuellen Frequenz und Länge
- 15** Gesamtleitungs- und Dielektrizitäts Verlust bei der aktuellen Frequenz und Länge
- 16** Zusätzliche Dämpfung durch Reflexionen auf der Leitung
- 17** Zusammengefasster Verlust [alle Faktoren] unter diesen Bedingungen
- 18** Eingangsleistung gedämpft über alle Verluste

Mit welchen Werten **TLD**Details intern rechnet, wird dir unter „*T-Line Model Internal Variables*“ angezeigt.



/F - Len - WL Conversions Print
 K1: 03833 K2: 0,008761
 R and X:
 At Input
 At Load
T-Line Model Internal Variables
 R: 174,280 mΩ/ft
 L: 78,997 nH/ft
 G: 5,648 μS/ft
 C: 30,809 pF/ft
 Matched Loss: 1,619 dB/100ft
 Preferred Units:
 Feet Meters

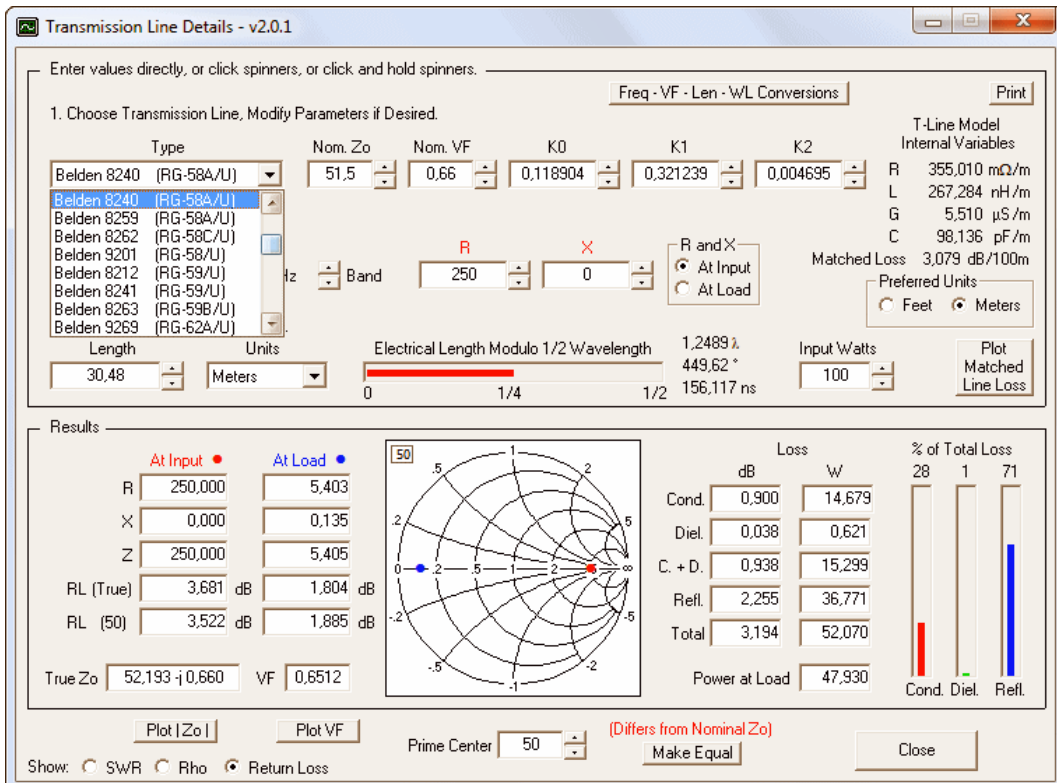
Über eine Dropdown-Liste kannst du den Kabeltyp auswählen. Es stehen auch „*User1. Set as desired*“ - eine Wunschkonfiguration und eine „*Ideal (lossles) 50 Ω*“ - Verlustlose 50 Ω Kabelkonfiguration zur Auswahl. Damit kannst du gut simulieren und experimentieren. Dabei lernst du das Programm „spielend“ kennen. Die Koaxparameter K0, K1, K2 werden vom Kabelhersteller unter labormäßigen Bedingungen für jeden Kabeltyp ermittelt und bereitgestellt.

RG/U steht für die Symbole, die für Koaxialkabel verwendet werden, die nach den Vorgaben der US-Regierung gebaut sind. **R=Radio Frequency**, **G=Government**, **U=Universal Specification**.

K0 ist dem Gleichstromwiderstand des Leiters zugeordnet, der für beliebigen Leitungstyp eine Konstante ist.

K1 ist mit dem „*Skin-Effekt*“ oder „*Hochfrequenzwiderstand*“ des Leiters verbunden, der sich proportional zur Quadratwurzel der Frequenz ändert. Der Skin-Effekt ist die Wechselstromeigenschaft, bei der nur die Leiteroberfläche Elektroden transportiert.

K2 ist mit dem dielektrischen Verlust verbunden, der direkt mit der Frequenz variiert



Enter values directly, or click spinners, or click and hold spinners.
 1. Choose Transmission Line, Modify Parameters if Desired. Freq - VF - Len - WL Conversions Print

Type	Nom. Zo	Nom. VF	K0	K1	K2	T-Line Model Internal Variables
Belden 8240 (RG-58A/U)	51,5	0,66	0,118904	0,321239	0,004695	R: 355,010 mΩ/m L: 267,284 nH/m G: 5,510 μS/m C: 98,136 pF/m

 Length: 30,48 Meters Electrical Length Modulo 1/2 Wavelength: 1,2489 λ, 449,62°
 Input Watts: 100 Plot Matched Line Loss:

Results

Parameter	At Input	At Load
R	250,000	5,403
X	0,000	0,135
Z	250,000	5,405
RL (True)	3,681 dB	1,804 dB
RL (50)	3,522 dB	1,885 dB

 True Zo: 52,193 -j 0,660 VF: 0,6512
 Loss: Cond. 0,900 dB (14,679 W), Diel. 0,038 dB (0,621 W), C. + D. 0,938 dB (15,299 W), Refl. 2,255 dB (36,771 W), Total 3,194 dB (52,070 W), Power at Load 47,930 W
 % of Total Loss: Cond. 28, Diel. 1, Refl. 71
 Prime Center: 50 (Differs from Nominal Zo) Make Equal Close

Abb. 2 – zeigt Dropdown-Liste für die Kabeltypen

Über eine weitere Dropdown-Liste kannst du die Maßeinheit für die Längenangabe des Kabeltyps auswählen. Das sind *Fuß*, *Meter*, *Wellenlänge*, *Grad*, *Inch* und *Millimeter*.

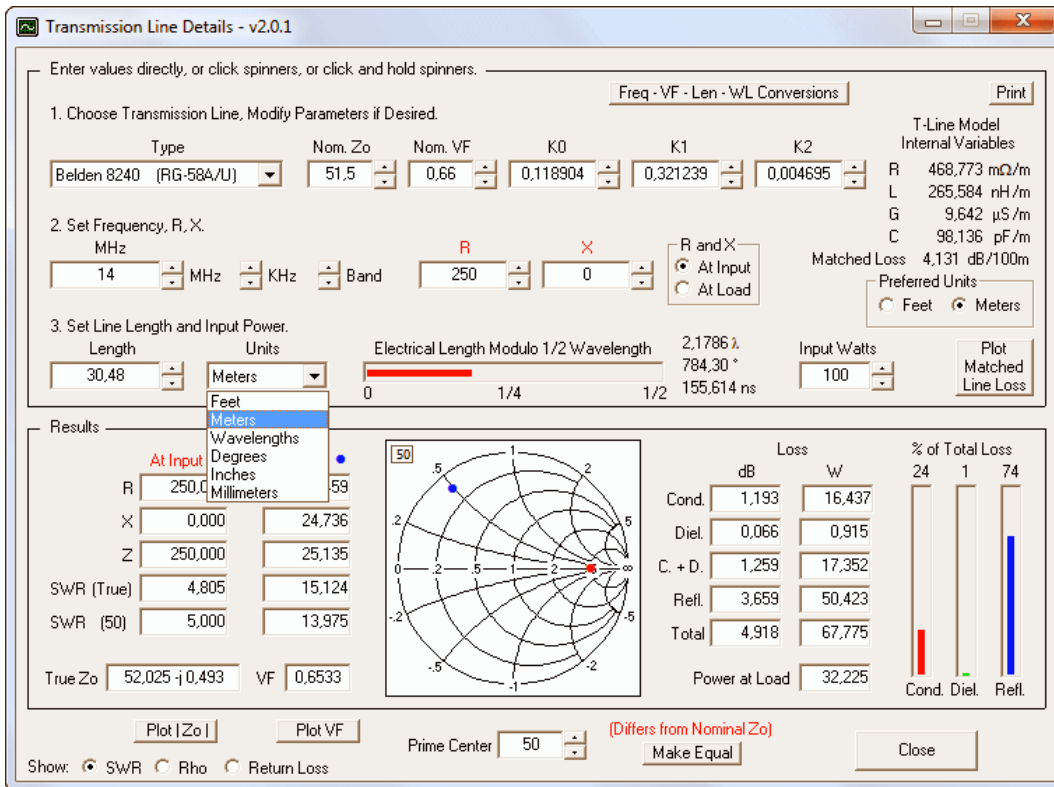
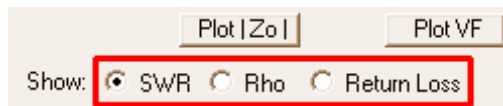


Abb. 3 – zeigt Dropdown-Liste für die Maßeinheit

Auf der letzten unteren linken Zeile kannst du zwischen 3 Berechnungen auswählen.

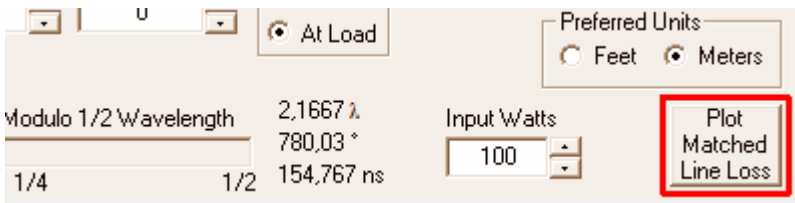
Das sind:



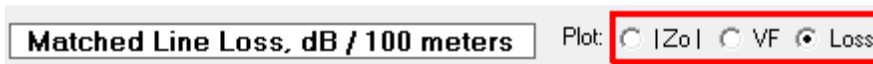
- SWR Stehwellenverhältnis
- Rho Reflexionskoeffizient
- Return loss Rückflussdämpfung in dB

TLDetails enthält auch eine **Plotfunktion**, mit der du den angepassten Leitungsverlust, den wahren Verkürzungsfaktor oder den wahren Wellenwiderstand, über einen Frequenzbereich von entweder 0,1 bis 100 MHz oder 1 bis 1000 MHz anzeigen kannst. Siehe dazu Auswahl bei „Range“ in **Abb. 4**.

Ausgewiesene Kabelverluste in dB pro 100 Meter bekommst du angezeigt, wenn du auf den rot umrandeten Button „Plot Matched Line Loss“ klickst.



In dem sich neu öffnenden Fenster, kannst du die folgenden 3 Ansichten auswählen.



Das sind **|Zo|**, **VF** und **Loss**. Einfach auf den dazugehörigen Kreis-Button klicken.

Du kannst mit den Linienparameter „Nominal Zo“, „Nominal VF“ und „Verlustkoeffizienten K0 / K1 / K2“ experimentieren, um zu sehen, wie sich die Diagramme bei verschiedenen Frequenzen ändern.

Mit dem grünen Punkt auf dem Graphen kannst du sehr einfach die Frequenz verändern. Das geht natürlich auch über das Eingabefeld „Freq“.

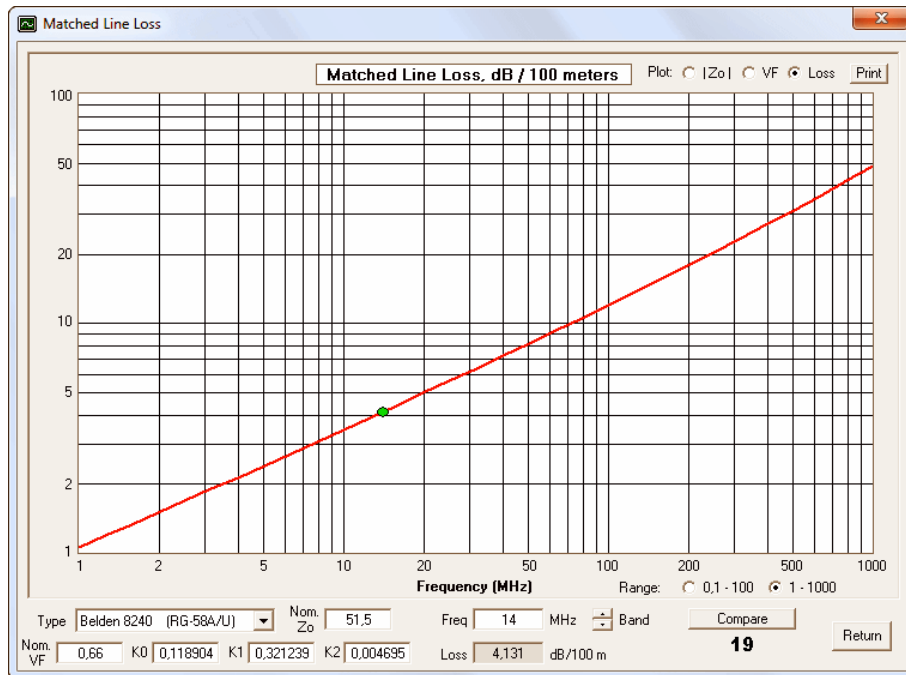


Abb. 4 – z.B. Kabelverluste

19 Compare Button [Vergleichs Taste]

Erfassung der aktuellen Messkurve, dann Auswahl eines anderen Kabeltyps zum Vergleich.

Klicke auf den Button „**Compare**“ im unteren rechten Bildrand. Die Messkurve der Daten des bereits ausgewählten Kabeltyps werden „eingefroren“ und in blauer Schrift darunter angezeigt. Gleichzeitig wechselt der Button in „**Remove**“ und der Inhalt der beiden linken unteren Zeilen wird in roter Schrift angezeigt. Über die, im linken unteren Bildrand angezeigten Dropdown-Liste, kannst du einen anderen Kabeltyp auswählen. Der Graph zu dem neu ausgewählten Kabeltyp wird in roter Farbe angezeigt. Beide Kabeldaten können nun verglichen werden. Siehe **Abb. 5**.

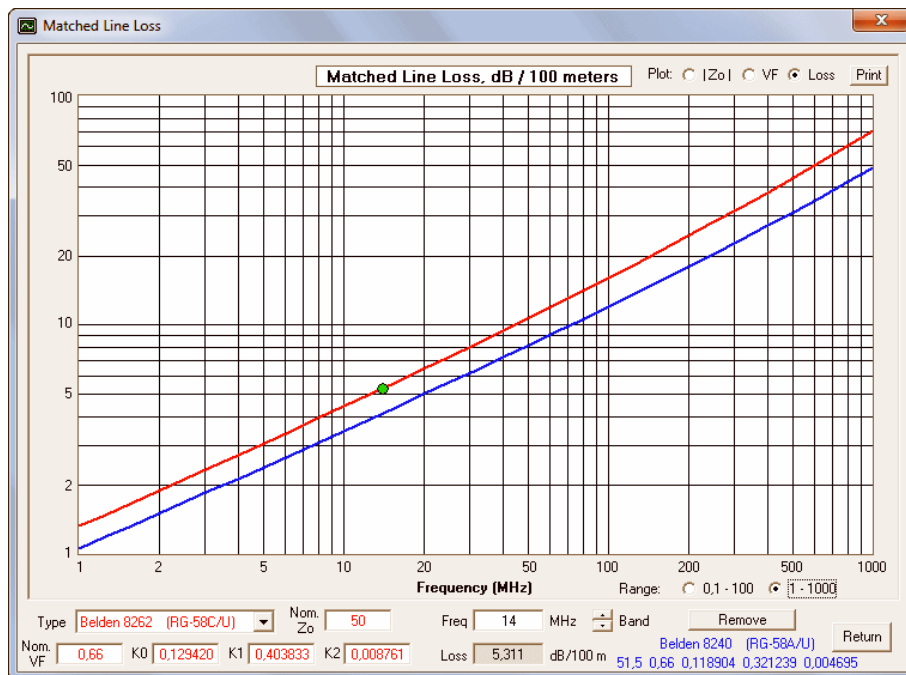


Abb. 5 – Kabelverluste im Vergleich

Die obige Bildschirmkopie zeigt den Vergleich der angepassten Leitungsverluste für zwei verschiedene Koax-Kabeltypen. Einmal **Belden 8240 (RG 58A/U)** und zum anderen **Belden 8262 (RG 58C/U)**.

Die Tatsache, dass sich die angepassten Leitungsverluste unterscheiden, spiegelt sich darin wider, dass die Verlustkoeffizienten $K_0 / K_1 / K_2$ unterschiedliche Werte haben.

Die Bedeutung der 3 Konstanten wurde bereits auf Seite 3 erläutert.

Die folgende **Abb. 6** zeigt den signifikanten Betrag, um den sich der Verkürzungsfaktor bei niedrigeren Frequenzen für die gleichen beiden RG-58-Kabel ändert.

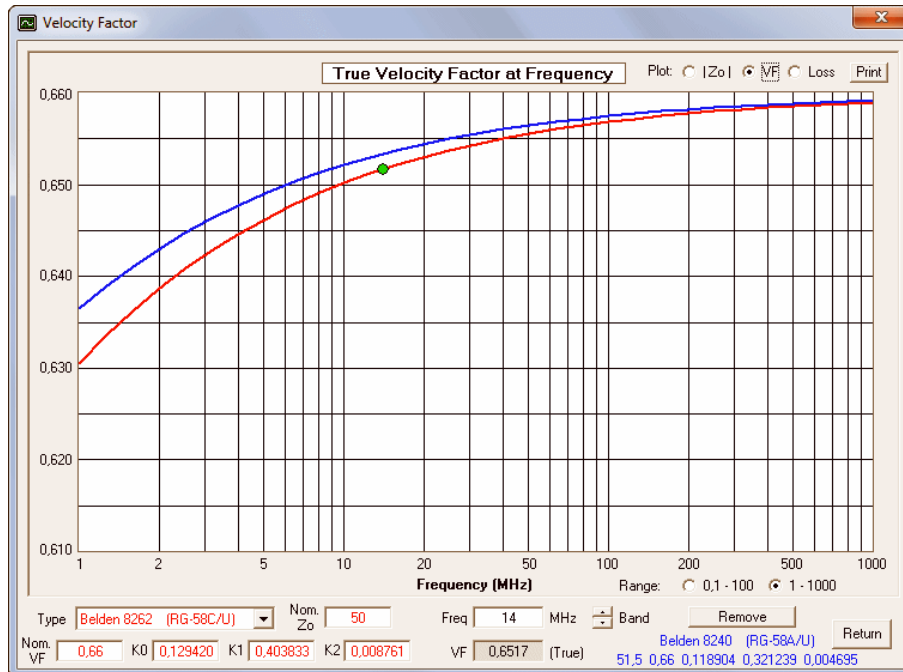


Abb. 6 – Verkürzungsfaktoren im Vergleich

Die Änderung wird durch die innere Induktivität [Induktivität innerhalb der Leiter] verursacht, die bei niedrigen Frequenzen einen größeren Prozentsatz der Gesamtinduktivität ausmacht. Beachte, dass sich der Verkürzungsfaktor nur bei sehr hohen Frequenzen dem „Nennwert“ von 0,66 nähert. Wäre der Effekt der internen Induktivität ignoriert worden, wie es bei früheren Versionen von TLDdetails der Fall war, wäre die Kurve des Verkürzungsfaktors über den gesamten Frequenzbereich relativ flach.

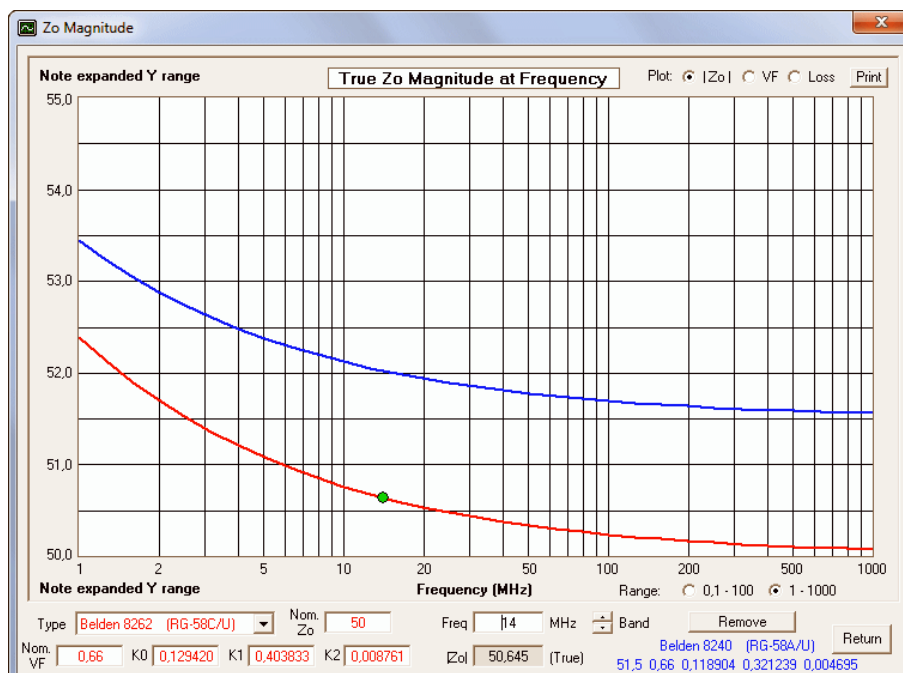
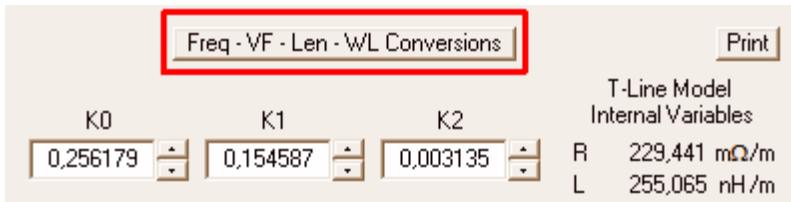


Abb. 7 – Wellenwiderstände im Vergleich

Ein sehr oft genutztes Hilfsmittel ist die Konvertierung zwischen der *Frequenz*, dem *Verkürzungsfaktor*, der *physischer Kabellänge* und der *elektrischen Kabellänge*.

Klicke im Hauptbildschirm auf den rot umrandeten Button und dann öffnet sich eine neue Ansicht.

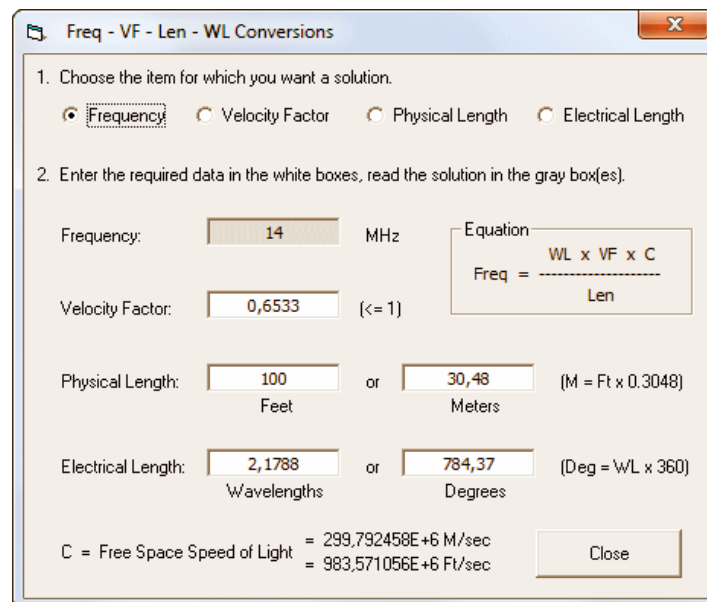


Wähle einen der vier Punkte, für den du eine Lösung haben möchtest.

1. Choose the item for which you want a solution.

Frequency
 Velocity Factor
 Physical Length
 Electrical Length

Gib dazu die erforderlichen Daten in die weißen Boxen ein. Das Ergebnis kannst du in der grauen Box bzw. den grauen Boxen ablesen.



1. Choose the item for which you want a solution.

Frequency
 Velocity Factor
 Physical Length
 Electrical Length

2. Enter the required data in the white boxes, read the solution in the gray box(es).

Frequency: MHz

Velocity Factor: (<= 1)

Physical Length: Feet or Meters (M = Ft x 0.3048)

Electrical Length: Wavelengths or Degrees (Deg = WL x 360)

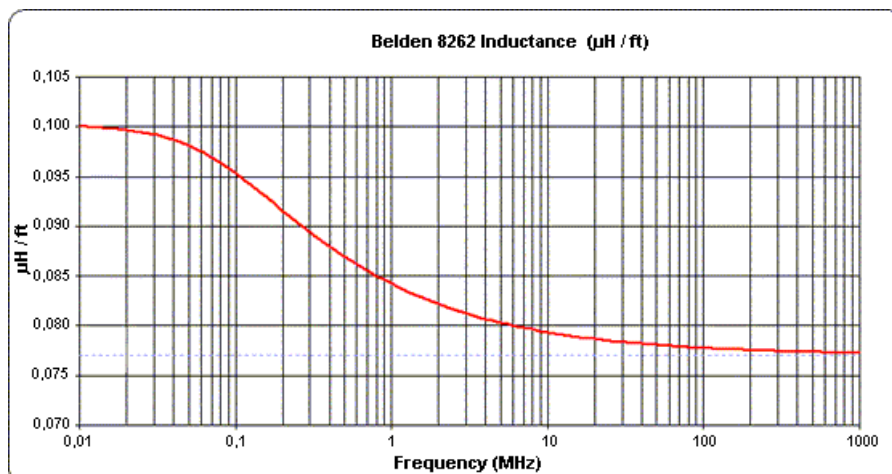
Equation:
$$\text{Freq} = \frac{\text{WL} \times \text{VF} \times \text{C}}{\text{Len}}$$

C = Free Space Speed of Light = 299,792458E+6 M/sec
= 983,571056E+6 Ft/sec

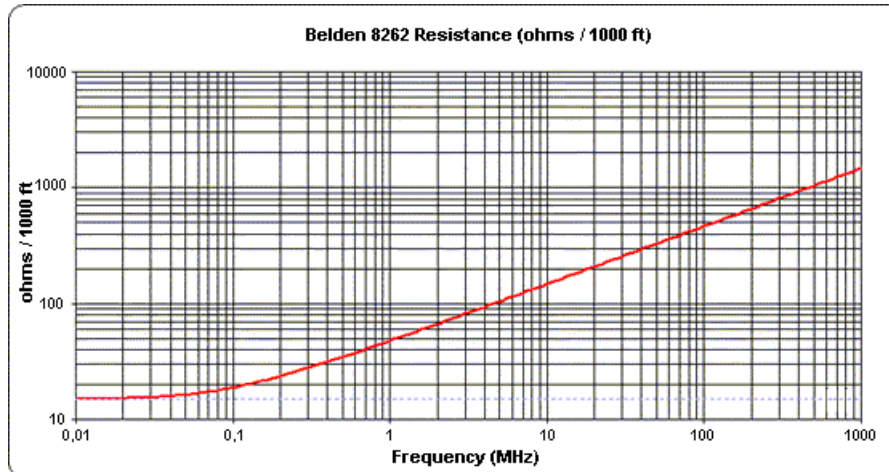
Close

Abb. 8 – Konvertierungs-Menü mit den 4 Auswahlmöglichkeiten

Die untere Abbildung stellt die Gesamtinduktivität dar, intern plus extern, für *Belden 8262 RG-58*, erweitert um zwei weitere Dekaden am niederfrequenten Bereich. Bei 0,01 MHz, das sind 10 KHz, macht die interne Induktivität von ca. 0,023 $\mu\text{H}/\text{ft}$ ca. 23% der Gesamtinduktivität aus. Im Gegensatz dazu ist die interne Induktivität bei 1000 MHz fast auf Null gesunken und die Gesamtinduktivität hat sich auf einen „hochfrequenten“ Wert von 0,077 $\mu\text{H}/\text{ft}$ eingependelt, was der Spezifikation für dieses Kabel auf dem Belden-Datenblatt entspricht.



Hier noch eine Darstellung des Widerstands für *Belden 8262 RG-58* mit einer log Y-Skala. Bei hohen Frequenzen ändert sich der Widerstand proportional zur Quadratwurzel der Frequenz, d.h. eine Dekade bei der Widerstandsänderung pro zwei Dekaden bei der Frequenzänderung.



Bei sehr niedrigen Frequenzen flacht sich der Widerstand jedoch beim DC-Wert ab. Für dieses spezielle Kabel beträgt dieser Wert $14,9 \Omega/1000\text{ft}$, was wiederum der Spezifikation auf dem Belden-Datenblatt entspricht, wenn der Gleichstromwiderstand des Mittelleiters und der Gleichstromwiderstand des Außenschirms addiert werden.

Beachte, dass bei Leitungstypen mit höherem Verlust die Widerstandskurve sowohl bei einem höheren Wert als auch bei einer höheren Frequenz abfällt. Die Einbeziehung des Gleichstromwiderstandes in das mathematische Modell von **TLD**Details ist der Grund, warum du bei einigen Kabeln die angepasste Linienverlustkurve bei niedrigen Frequenzen „abflachen“ siehst.

TLDDetails:

Wichtig: Wenn du bei der Installation eine Fehlermeldung über „MSVBVM60.DLL“ erhältst, musst du auch die komplette Visual Basic-Laufzeitbibliothek herunterladen. Dies ist eine sehr große Datei, die du direkt von der Microsoft-Website beziehen kannst.

Änderungshistorie:

Version 2.0.1 *hochgeladen am 28. November 2014.*

- Die Gitterlinienbeschriftungen des Smith-Diagramms wurden bei großen Schriften nicht korrekt angezeigt.

Version 2.0 *hochgeladen am 10. März 2011.*

- *Wesentlich genaueres mathematisches Modell für Übertragungsleitungen. Das Modell berücksichtigt die Auswirkungen des Gleichstromwiderstandes und der inneren Induktivität [durch Magnetfelder innerhalb der Leiter] sowie den üblichen Skin-Effekt-Widerstand und die äußere Induktivität [durch Magnetfelder zwischen den Leitern] bei der Berechnung.*
- *Plotfunktion für wahre Zo-Beträge und wahre Verkürzungsfaktoren über Frequenzbereiche hinzugefügt.*
- *Berechnen und Anzeigen von Parametern für verteilte RLGC-Übertragungsleitungen.*
- *Berechnen und Anzeigen einer einseitigen Zeitverzögerung.*
- *Es wurden mehrere Dutzend weitere eingebaute Zeilentypen hinzugefügt. Aktualisierte Spezifikationen für alle Linientypen, um die aktuellen Daten von den Websites der Hersteller ab Ende 2010 abzugleichen.*

Version 1.1 *hochgeladen am 20. Januar 2007.*

- *Leichte Änderung der Art und Weise, wie der Wellenwiderstand Zo berechnet wird.*

Hilfreiche weitere Informationsquellen:

- <https://www.youtube.com/watch?v=Nm82DYToFnc>
- <https://www.youtube.com/watch?v=NocyJNjhLYA>