

# Support Note

## Quick Guide für WE-STST Designs



SN016 // Jairo Bustos / Robert Schillinger / Simon Mark / Ashiro Chen

### 1 Einleitung

In Ethernet Designs für industrielle Anwendungen werden nicht nur isolierte Übertrager benötigt, sondern auch Gleichtaktdrosseln (CMCs), TVS-Dioden und Kondensatoren. Die größte Herausforderung besteht immer darin, die Größe der Leiterplatte und somit das Design und das Bauteilvolumen zu reduzieren. Würth Elektronik hat eine Ethernet-Übertrager-Serie entwickelt, die vollautomatisch produziert wird. Mit dem **WE-STST** steht eine diskrete Lösung für Ethernet-Designs zur Verfügung, mit der über 50 % der Leiterplattenfläche eingespart werden kann und gleichzeitig die Möglichkeit hoher Übertragungsraten gewährleistet ist. Die innovative automatisierte Produktion reduziert die Schwankungen der elektrischen Parameter und erhöht sowohl die Zuverlässigkeit als auch die Qualität. Diese Support Note enthält eine Liste von geeigneten Komponenten, die in Kombination mit der WE-STST-Ethernet-Serie verwendet werden kann, sowie einige schnelle und einfache Vorschläge für ein gutes Ethernet PCB-Design. In Abbildung 1 ist ein Designbeispiel für die Ethernetschnittstelle mit WE-STST-Übertragern gegeben.

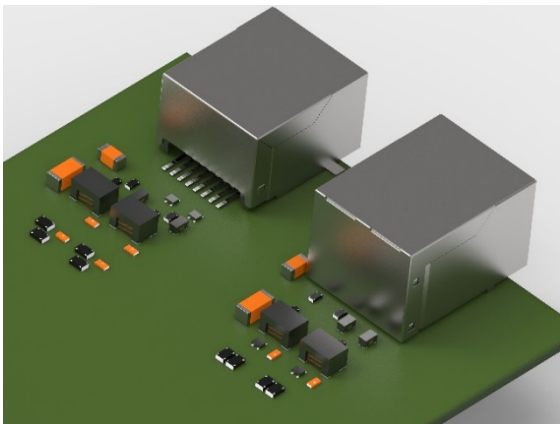


Abbildung 1: Ethernet-Platine mit zwei 100 Base-T-Verbindungen

### 2 Super Tiny Signal Transformer WE-STST

Die Super Tiny Signal Transformatoren der Serie WE-STST können mehr als 50 % der Platinenfläche einsparen, im Vergleich zu anderen auf dem Markt erhältlichen Einzeltransformatoren mit Ringkernen. Um ein besseres Bild zu erhalten, ein WE-STST-Transformator ist über 90 % kleiner als eine 1-Cent-Münze (Abbildung 2).



Abbildung 2: Vergleich des WE-STST-Übertrager mit einer 1-Cent-Münze (Maßstab 1:4)

### 3 Anwendungsbereiche der WE-STST-Serie

Mit dem erweiterten Temperaturbereich bis +105 °C findet die WE-STST-Serie ihre Hauptanwendungen in industriellen LAN-Schnittstellen für die Fertigungsautomation, Firmennetzwerke, IoT-Geräte und viele andere Anwendungen. Darüber hinaus ist der WE-STST für eine Vielzahl von Übertragungsraten einsetzbar: für Multipair-Ethernet 10Base-T bis 10GBase-T sowie für Single Pair Ethernet (SPE) von 10Base-T1 bis 1000Base-T1-Anwendungen. Derzeit gibt es zwei Versionen des WE-STST-Übertragers, die in Tabelle 1 aufgeführt sind.

Artikelnummer	Open Circuit Inductance (OCL)
<b>749 300 00</b>	350 µH
<b>749 301 00</b>	120 µH

Tabelle 1: verfügbare WE-STST Artikelnummern

Der 749 300 00 wurde so konzipiert, dass die OCL-Anforderungen von 350 µH nach IEEE 802.3 erfüllt werden. Bei 10GBase-T- oder 1000Base-T1 (SPE)-Anwendungen, bei denen die Signalfrequenz höher ist, müssen parasitäre Effekte auf ein Minimum reduziert werden. Der 749 301 00 mit 120 µH wurde für diese Anwendungen entwickelt.

### 4 Empfohlene Komponenten für das Design mit WE-STST

#### 4.1. Gleichtaktdrosseln

Die Ethernet-Kommunikationsgeschwindigkeit und damit der Frequenzbereich, für den die Gleichtaktdrosseln ausgelegt werden soll, ist ein entscheidender Faktor bei der Auswahl der geeigneten Gleichtaktdrosseln. Abhängig von der Kommunikationsgeschwindigkeit spielen die Gleichtaktimpedanz (CM) und die Einfügedämpfung im differentiellen Modus eine große Rolle. Es ist wichtig, Gleichtaktstörungen zu reduzieren und gleichzeitig das Signal so unbeeinflusst wie möglich zu halten. Deshalb muss darauf geachtet werden, dass die Resonanzfrequenz des Übertragers im Differentialmode nicht überschritten wird, damit die Dämpfung im Gleichtaktmode erhalten bleibt.

# Support Note

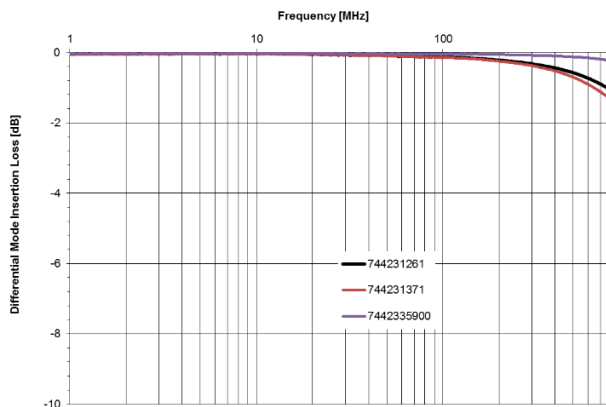


## Quick Guide für WE-STST Designs

Unter Berücksichtigung dieser Tatsache bietet WE Gleichtaktdrosseln der Serie **WE-CNSW** für Ethernet-Anwendungen in Kombination mit der Serie WE-STST an. In Abbildung 3 ist ein Vergleich von drei Bauteilen der Serie dargestellt.

Artikelnummer	Serie	Z @ 100 MHz	Geeignet für
<b>744 233 59 00</b>	WE-CNSW HF 0504	90 Ω	10/100/1G/10G Base-T 10/100/1G Base-T1
<b>744 231 261</b>	WE-CNSW 0805	260 Ω	10/100/1G/10G Base-T 10/100/1G Base-T1
<b>744 232 222</b>	WE-CNSW 1206	1000 Ω	10/100/1G Base-T 10/100 Base-T1

**Tabelle 2 Empfohlene Artikelnummern für Gleichtaktdrosseln**



**Abbildung 3: Vergleich der Differentiellen Einfügedämpfung (sdd21)**

### 4.2. TVS Dioden

TVS-Dioden werden in Ethernet-Designs für den ESD-Schutz benötigt. Es wird empfohlen, unidirektionale Dioden auf der PHY-Seite des Transformators und bidirektionale Dioden auf der Kabelseite zu platzieren. Dies liegt an der Beschaffenheit der Differenzsignale auf beiden Seiten des Transformators.

Ein weiterer wichtiger Aspekt, der zu erwähnen ist, betrifft die Isolationsspannungsprüfung. Um Bauelemente, wie z.B. die TVS-Dioden während der Prüfung nicht zu beschädigen, können diese gemäß Abschnitt 5.4.9. der IEC 62368 der englischen Fassung, vor der Prüfung aus der Schaltung entfernt werden: *“to avoid damage to components or insulations that are not involved in the test, ICs or the like, may be disconnected and equipotential bonding may be used”... “components providing a DC path in parallel with the insulation to be tested, ... , may be disconnected”.*

Die folgenden Artikelnummern aus der **WE-TVS**-Serie werden für Ethernet-Designs empfohlen.

Artikel Nummer	Serie	Channel operating voltage
<b>824 014</b>	WE-TVS Super Speed Series	5 V
<b>824 012 823</b>	WE-TVS Super Speed Series	3,3 V

**Tabelle 3: Empfohlene Artikelnummern für TVS-Dioden**

### 4.3. Kondensatoren

Kondensatoren werden auch in Ethernet-Designs im Zusammenhang mit induktiven Bauteilen benötigt. Auf der Kabelseite der Induktivitäten wird der Bob-Smith-Abschluss verwendet, der einen 2-kV-Kondensator enthält. Auf der PHY-Seite werden die Mittelabgriffe über Kondensatoren entweder mit  $AV_{CC}$  oder mit Masse verbunden. Der Anschluss an VCC oder Masse hängt vom PHY-Chip ab: ob spannungs- oder stromgesteuert. In diesem Fall handelt es sich um 50-V-Kondensatoren. In den Abbildungen 4 und 5 kann man sehen, wie die Mittelanzapfungen je nach spannungs- oder stromgesteuerten PHY-Chips angeschlossen sind.

Artikelnummer	Serie	Spannung
<b>885 342 208 024</b>	WCAP-CSMH 1206	2 kV
<b>885 342 210 004</b>	WCAP-CSMH 1808	3 kV
<b>885 012 205 086</b>	WCAP-CSGP 0402	50 V

**Tabelle 4: Empfohlene Artikelnummern für Kondensatoren**

## 5 Ethernet PCB Design

Auf dem Markt sind sowohl spannungs- als auch stromgesteuerte PHY-Chips erhältlich. Die Schaltbilder in Abbildung 4 und 5 zeigen die Anschlussvarianten der Übertrager für 10/100 Base-T mit sowohl spannungs- als auch stromgesteuerten PHY-Chips.

Die Induktivitäten sollten so nah wie möglich am Steckverbinder platziert werden, um EMV-Störungen durch Kopplungen langer Leiterbahnen im Gerät zu vermeiden. Die Länge der Leiterbahnen sollte weniger als 25 mm betragen, mit einer Impedanz von 50 Ω gegen Erde und 100 Ω differentieller Impedanz. Auf der anderen Seite sollten die TVS-Dioden auf der PHY-Seite des Isolationsübertragers platziert werden, da es bei Platzierung auf der Steckerseite sonst zu Fehlfunktionen bei der Isolations-spannungsprüfung kommen kann.

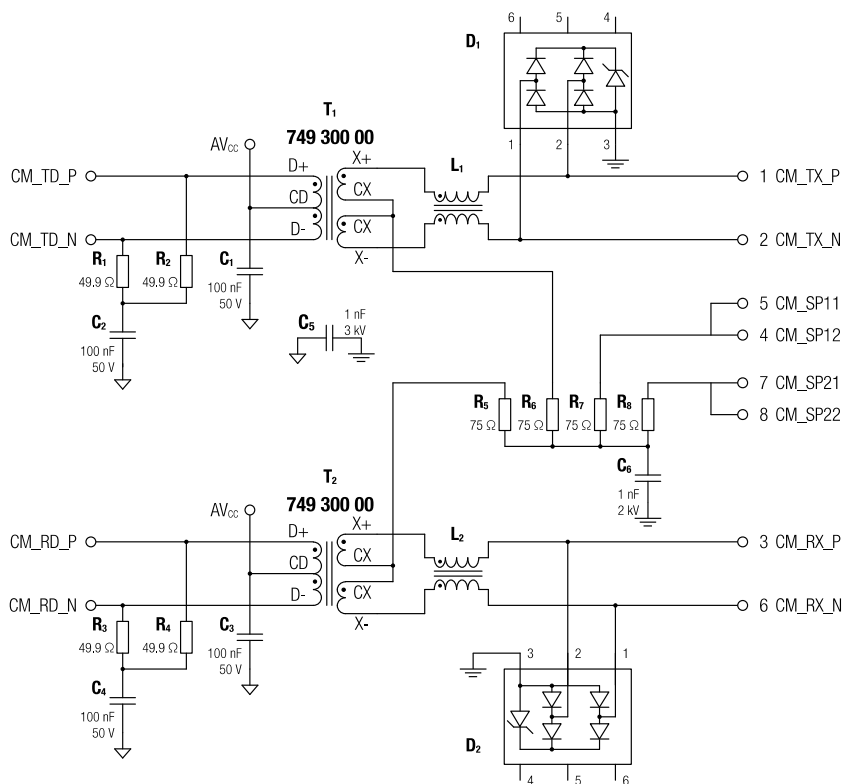
# Support Note

## Quick Guide für WE-STST Designs



Es gibt einige Grundregeln, wenn es darum geht, Leiterplatten für differentielle Signalübertragungsanwendungen, wie z.B. Ethernet, zu entwerfen:

- Differentielle Signalleitungen sollten so kurz wie möglich sein, um parasitäre Effekte zu vermeiden, die die Signalintegrität beeinträchtigen können. Die maximale Länge darf nicht größer als 100 mm sein.
- Differentielle Signalleitungen sollten parallel zueinander mit einem Abstand von mindestens 0,5 mm und symmetrisch verlaufen. Sende- und Empfangs-Pärchen sollten auf verschiedenen Schichten platziert werden, mit einer Massefläche dazwischen, um eine gegenseitige Kopplung zu vermeiden.
- Die Länge der differentiellen Signalleitungen sollte gleich oder so ähnlich wie möglich sein, um Zeitverschiebungen zueinander und damit Gleichtaktstörungen zu vermeiden. Es wird ein maximaler Unterschied von 1,25 mm empfohlen.
- 90° Ecken sind zu vermeiden. Stattdessen sind um 45° abgewinkelte Ecken besser, da sie den elektrischen Weg des Signals verkürzen.
- Die Breite der Leiterbahnen sollte konstant sein, um den Wellenwiderstand von 100 Ω beizubehalten.
- induktive Komponenten erzeugen in ihrer Nähe ein Magnetisches Feld. Deshalb wird von den PHY-Chipherstellern empfohlen zwischen den Induktiven Komponenten und dem Chip einen Mindestabstand von 25mm zu gewährleisten.
- Im Falle einer Kombination aus diskreten Induktivitäten und RJ45-Steckverbindern sollten die Induktivitäten weniger als 25 mm vom Steckverbinder entfernt platziert werden. Falls dieser Abstand aufgrund von Layout-Einschränkungen grösser sein muss, sollte die Impedanz immer nahe bei 100 Ω gehalten werden.

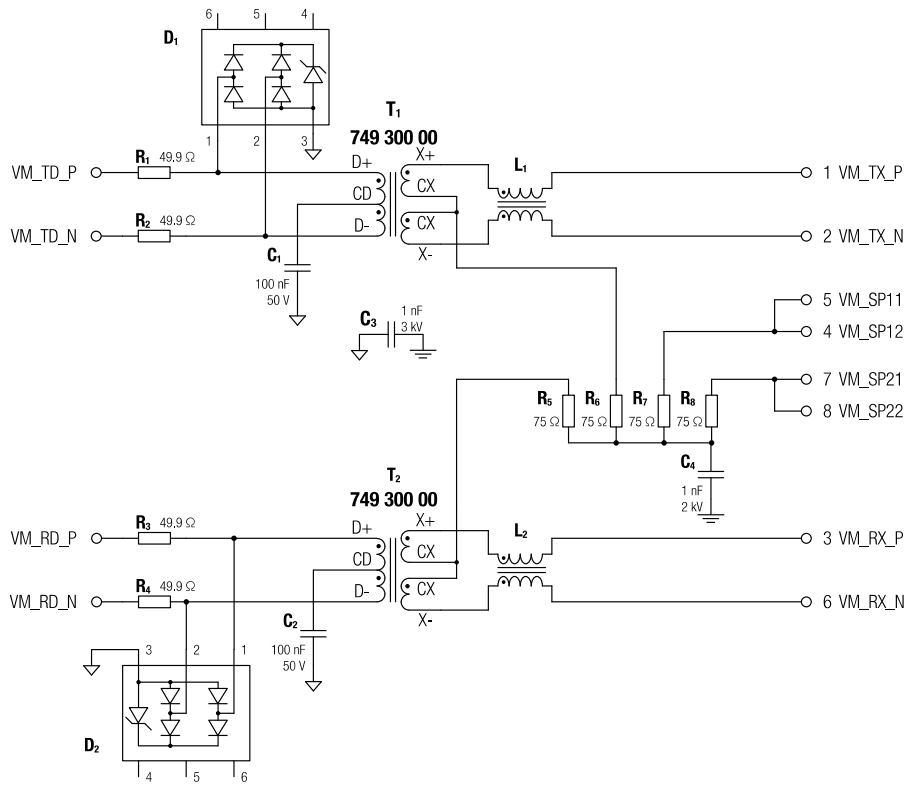


**Abbildung 4: Schaltschema mit stromgesteuertem PHY**

(\*Hinweis: R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> und R<sub>4</sub> können bereits im PHY enthalten sein oder sind im Datenblatt des PHY spezifiziert; meist mit 49,9 Ω)

# Support Note

## Quick Guide für WE-STST Designs



**Abbildung 5: Schaltschema mit spannungsgesteuertem PHY**

(\*Hinweis: R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> und R<sub>4</sub> können bereits im PHY enthalten sein oder sind im Datenblatt des PHY spezifiziert; meist mit 49,9 Ω)

# Support Note

## Quick Guide für WE-STST Designs



### WICHTIGER HINWEIS

Der Anwendungshinweis basiert auf unserem aktuellen Wissens- und Erfahrungsstand, dient als allgemeine Information und ist keine Zusicherung der Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG zur Eignung des Produktes für Kundenanwendungen. Der Anwendungshinweis kann ohne Bekanntgabe verändert werden. Dieses Dokument und Teile hiervon dürfen nicht ohne schriftliche Genehmigung vervielfältigt oder kopiert werden. Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG und seine Partner- und Tochtergesellschaften (nachfolgend gemeinsam als „WE“ genannt) sind für eine anwendungsbezogene Unterstützung jeglicher Art nicht haftbar. Kunden sind berechtigt, die Unterstützung und Produktempfehlungen von WE für eigene Anwendungen und Entwürfe zu nutzen. Die Verantwortung für die Anwendbarkeit und die Verwendung von WE-Produkten in einem bestimmten Entwurf trägt in jedem Fall ausschließlich der Kunde. Aufgrund dieser Tatsache ist es Aufgabe des Kunden, erforderlichenfalls Untersuchungen anzustellen und zu entscheiden, ob das Gerät mit den in der Produktspezifikation beschriebenen spezifischen Produktmerkmalen für die jeweilige Kundenanwendung zulässig und geeignet ist oder nicht.

Die technischen Daten sind im aktuellen Datenblatt zum Produkt angegeben. Aus diesem Grund muss der Kunde die Datenblätter verwenden und wird ausdrücklich auf die Tatsache hingewiesen, dass er dafür Sorge zu tragen hat, die Datenblätter auf Aktualität zu prüfen. Die aktuellen Datenblätter können von [www.we-online.com](http://www.we-online.com) heruntergeladen werden. Der Kunde muss produktspezifische Anmerkungen und Warnhinweise strikt beachten. WE behält sich das Recht vor, an seinen Produkten und Dienstleistungen Korrekturen, Modifikationen, Erweiterungen, Verbesserungen und sonstige Änderungen vorzunehmen. Lizenzen oder sonstige Rechte, gleich welcher Art, insbesondere an Patenten, Gebrauchsmustern, Marken, Urheber- oder sonstigen gewerblichen Schutzrechten werden hierdurch

weder eingeräumt noch ergibt sich hieraus eine entsprechende Pflicht, derartige Rechte einzuräumen. Durch Veröffentlichung von Informationen zu Produkten oder Dienstleistungen Dritter gewährt WE weder eine Lizenz zur Verwendung solcher Produkte oder Dienstleistungen noch eine Garantie oder Billigung derselben.

Die Verwendung von WE-Produkten in sicherheitskritischen oder solchen Anwendungen, bei denen aufgrund eines Produktausfalls sich schwere Personenschäden oder Todesfällen ergeben können, sind unzulässig. Des Weiteren sind WE-Produkte für den Einsatz in Bereichen wie Militärtechnik, Luft- und Raumfahrt, Nuklearsteuerung, Marine, Verkehrswesen (Steuerung von Kfz, Zügen oder Schiffen), Verkehrssignalanlagen, Katastrophenschutz, Medizintechnik, öffentlichen Informationsnetzwerken usw. weder ausgelegt noch vorgesehen. Der Kunde muss WE über die Absicht eines solchen Einsatzes vor Beginn der Planungsphase (Design-In-Phase) informieren. Bei Kundenanwendungen, die ein Höchstmaß an Sicherheit erfordern und die bei Fehlfunktionen oder Ausfall eines elektronischen Bauteils Leib und Leben gefährden können, muss der Kunde sicherstellen, dass er über das erforderliche Fachwissen zu sicherheitstechnischen und rechtlichen Auswirkungen seiner Anwendungen verfügt. Der Kunde bestätigt und erklärt sich damit einverstanden, dass er ungeachtet aller anwendungsbezogenen Informationen und Unterstützung, die ihm durch WE gewährt wird, die Gesamtverantwortung für alle rechtlichen, gesetzlichen und sicherheitsbezogenen Anforderungen im Zusammenhang mit seinen Produkten und der Verwendung von WE-Produkten in solchen sicherheitskritischen Anwendungen trägt. Der Kunde hält WE schad- und klaglos bei allen Schadensansprüchen, die durch derartige sicherheitskritische Kundenanwendungen entstanden sind.

### NÜTZLICHE LINKS



Application Notes

[www.we-online.de/app-notes](http://www.we-online.de/app-notes)



**REDEXPERT** Design Plattform

[www.we-online.de/redexpert](http://www.we-online.de/redexpert)



Toolbox

[www.we-online.de/toolbox](http://www.we-online.de/toolbox)



Produkt Katalog

[www.we-online.de/produkte](http://www.we-online.de/produkte)

### KONTAKTINFORMATION

[appnotes@we-online.de](mailto:appnotes@we-online.de)

Tel. +49 7942 945 - 0



Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG  
Max-Eyth-Str. 1 · 74638 Waldenburg · Germany

[www.we-online.de](http://www.we-online.de)

