

2013

Scalar Waves investigated

Tony Kerselaers

MULTI WAVE RESEARCH

Table of contents

1	Abstract	4
2	Introduction	5
3	Schematic	6
4	Construction details	6
5	Measurements	8
5.1	Two units close together	8
5.2	Two units 1 meter separated	10
5.3	Two units 10 meters separated	13
6	References	18

1 Abstract

In the fall of 2000, several talks were delivered by K. Meyl [1]. These talks described his theory of so-called Tesla's scalar waves.

The scalar wave, according to Meyl, is an irrotational electric vector solution E of the homogeneous wave equation having non-vanishing sources. GERHARD W. BRUHN, Darmstadt University of Technology, Department of Mathematics [2], has theoretically proven that Meyl's scalar waves do not exist.

In the following report, we shall discuss the experimental set-up that K. Meyl used to demonstrate his theory. It is found that the set-up is a classical short antenna that is brought into resonance by means of inductive and capacitive loading.

One of the loadings is used as source and the other as load. In this way power is transferred from one end to the other by means of the current into the antenna wire.

2 Introduction

The front page of the patent DE10348862 B4 [3] is shown below. The set-up used by K. Meyl to demonstrate his scalar wave theory is explained herein. We designed a similar set-up that complies with the patent description to show that no scalar waves are involved.

Front page patent



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 48 862 B4** 2009.03.12

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 48 862.6**

(22) Anmeldetag: **21.10.2003**

(43) Offenlegungstag: **02.06.2005**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **12.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G08C 17/06** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

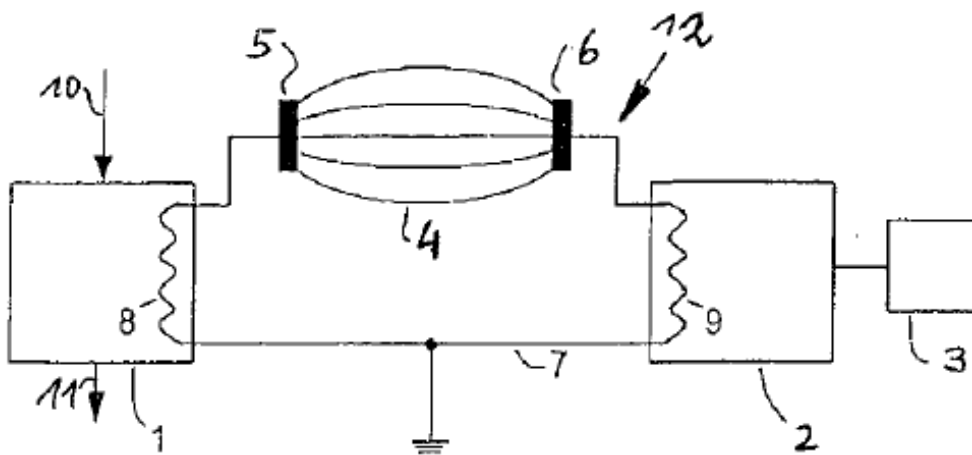
(62) Teilung in:
103 62 201.2

(73) Patentinhaber:
Meyl, Konstantin, Dr.-Ing., 78315 Radolfzell, DE

(74) Vertreter:
**Schlimme, W., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Dr.-Ing., Pat.-Anw., 85521 Otterbrunn**

(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

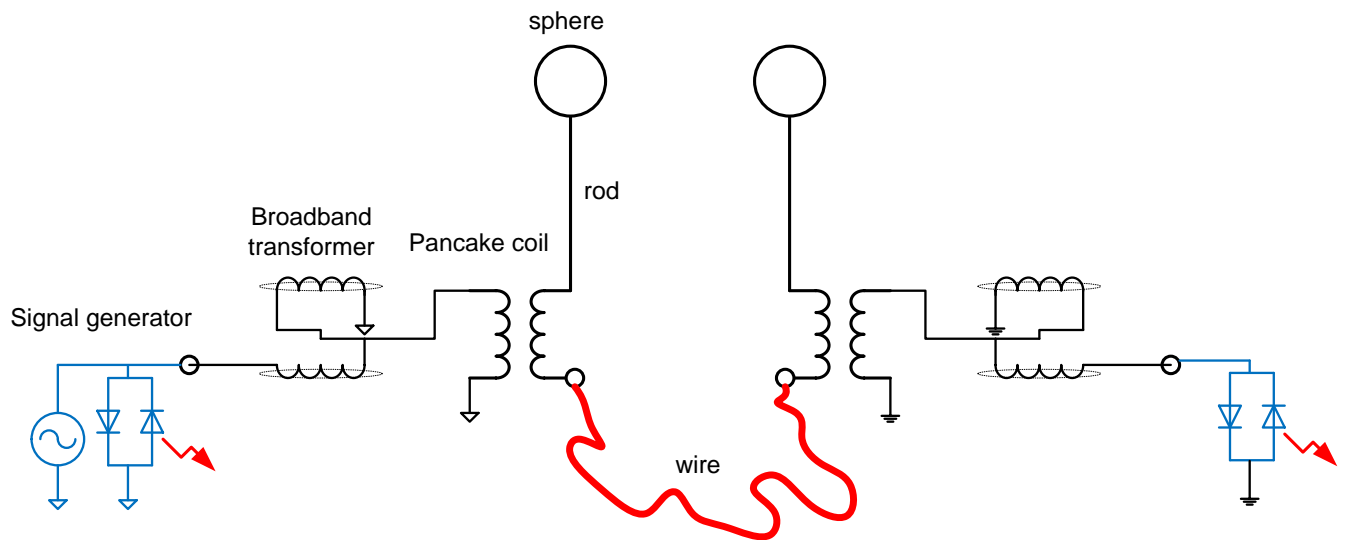
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
**US 58 47 447 A
US 66 15 023 B1
WO 03/1 00 743 A2
WO 02/11 146 A1**



3 Schematic

The complete schematic can be seen below consisting of unit 1 and unit 2 connected with a single wire.

Schematic evaluation set-up



4 Construction details

The coils are attached to a PVC flat panel. The “antenna” is made of a steel tube with at the end an aluminium sphere.

The pancake coil which is spiral from the inside outward wound according to Tesla, is part of an air cored transformer. The couple coil consists of five turns and is on the outside of the secondary coil.

A broadband impedance transformer transforms the 12.5 ohm input impedance of the primary coil to 50 ohm.

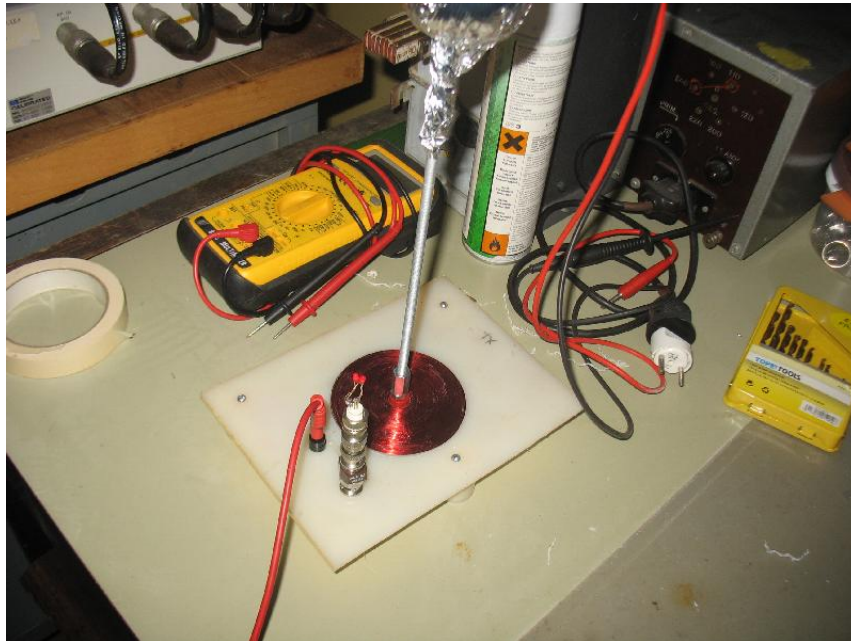
Coils:

Type	flat construction
Wire	0.4mm diameter lacquered copper
Primary turns	5
Secondary turns	73
Winding direction	clock wise first unit, counter clockwise second unit

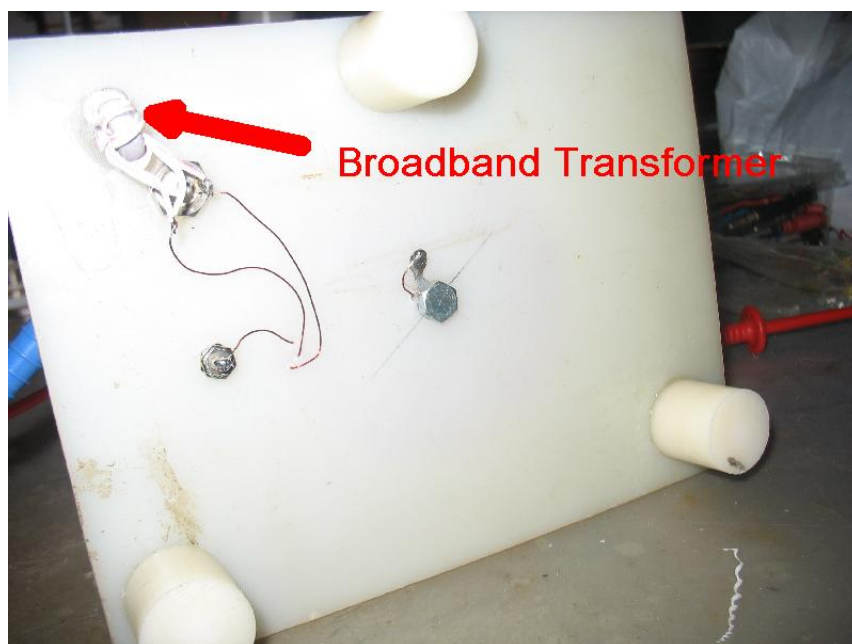
Broadband transformer:

Type	Transmission line
Ratio	4 to 1
Windings	bifilar, 9 windings on ring core 4C6 material

Top view of Unit 1



Bottom view of Unit 1

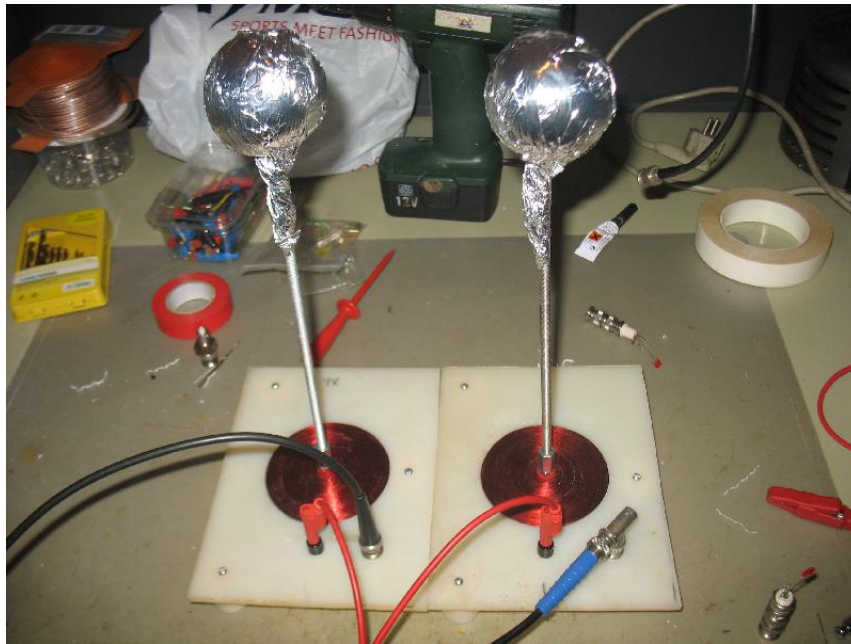


5 Measurements

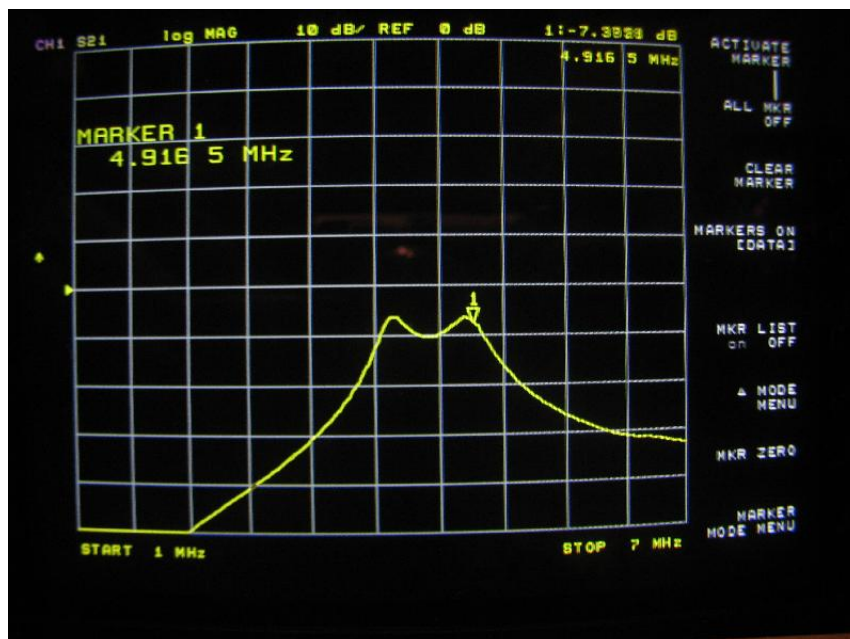
5.1 Two units close together

Both units are connected to a VNA (Vector network analyser) to measure the transfer function, S_{21} .

Set-up of the 2 units



S_{21} response [db]



The total set-up behaves as a band pass filter. Band pass filters may have 2 or more poles. Usually two resonating circuits are coupled by means of capacitors and/or inductors. In this set-up we have 2 resonating circuits at the same frequency that are coupled by means of the wire and the capacitance formed between the two spheres.

S11 response



The input impedance can be seen at the graph above. This is a Smith Chart representation of the input reflection coefficient. The bigger circle is the representation of the input impedance of unit 1 and is close to 50 ohm at resonance. The smaller circle is the influence from unit 2. Both units are “over coupled”.

A sinus signal generator of 2Vpp at 4.9 MHz driving unit 1 can lit up the LED’s at unit 2.

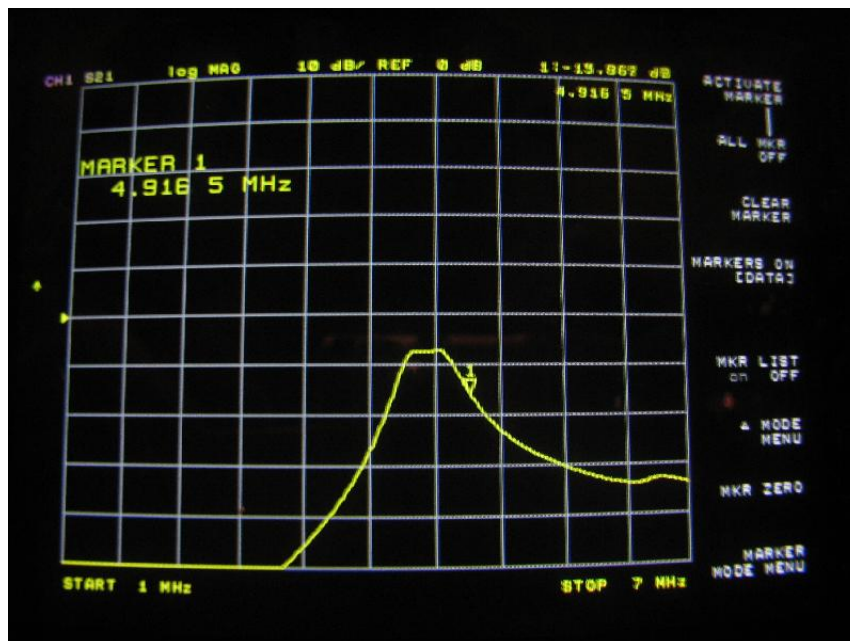
5.2 Two units 1 meter separated

Both units are connected to the VNA (Vector network analyser) to measure the transfer function, S_{21} and input impedance.

Setup units

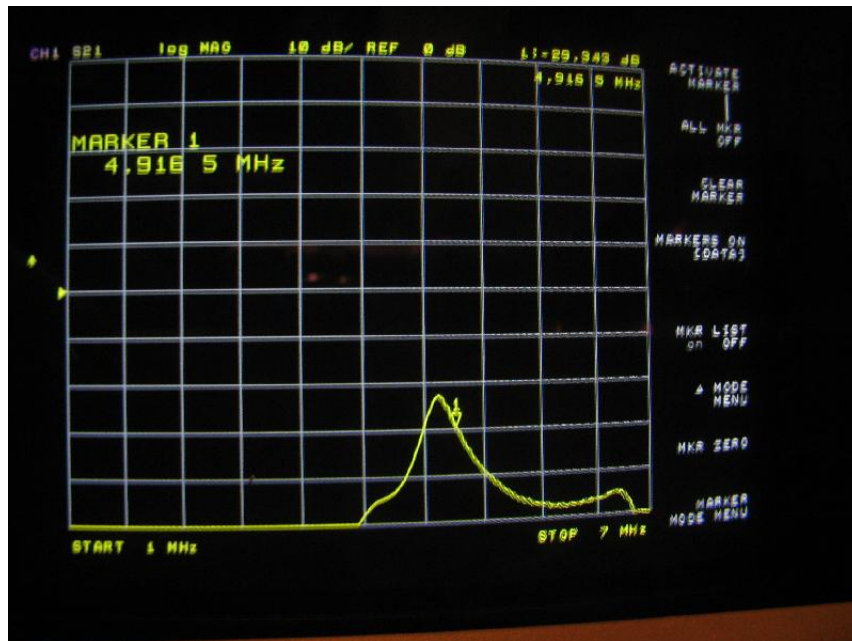


S_{21} response [db] with wire



The set-up behaves as a band pass filter. Usually two resonating circuits are coupled by means of capacitors and/or inductors. In this set-up we have 2 resonating circuits at the same frequency and coupling by means of the wire and much less by the capacitance formed between the two spheres. The transfer of power is the same as with the very close set-up.

S21 response [db] without wire



Here we can see that the coupling is mainly due to the wire. This can be seen in the graph above since the power transfer is reduced with 18 db when the wire is disconnected. This means that the coupling due the two spheres is very low.

S11 response



The input impedance can be seen at the graph above. The bigger circle is the representation of the input impedance of unit 1 and is close to 50 ohm at resonance while the smaller circle is a representation of the influence of unit 2. Both units are now “weak coupled”.

A sinus signal generator of 2Vpp at 4.9 MHz driving unit 1 can lit up the LED’s at unit 2 when the wire is connected.

A sinus signal generator of 2Vpp at 4.9 MHz driving unit 1 can NOT lit up the LED’s at unit 2 when the wire is not connected.

5.3 Two units 10 meters separated

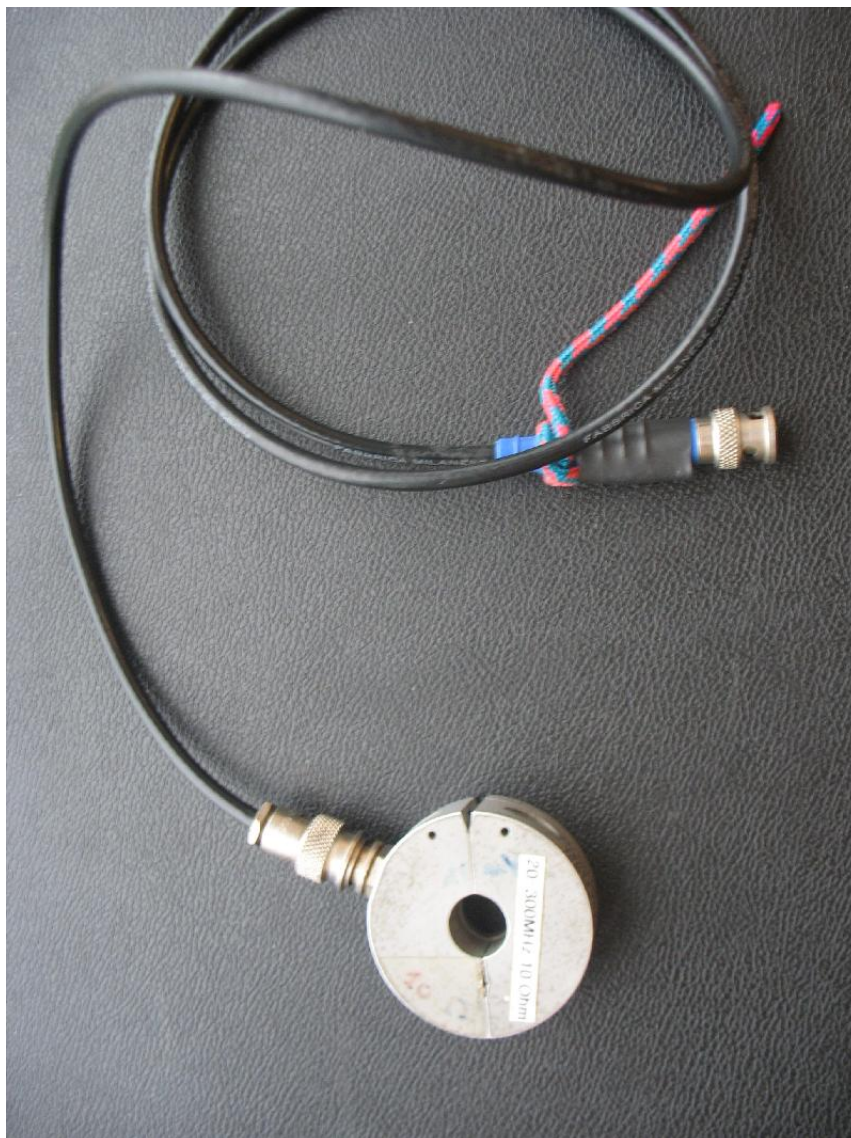
Both units are connected via a long wire and placed non-line of sight at 10 meter distance from each other.

A sinus signal generator of 2Vpp at 4.9 MHz driving unit 1 can lit up the LED's at unit 2 when the wire is connected.

A sinus signal generator of 2Vpp at 4.9 MHz driving unit 1 can NOT lit up the LED's at unit 2 when the wire is not connected.

To investigate the mechanism of power transfer the current in the wire and the fields are measured at unit 2.

Current probe to measure the current in the wire



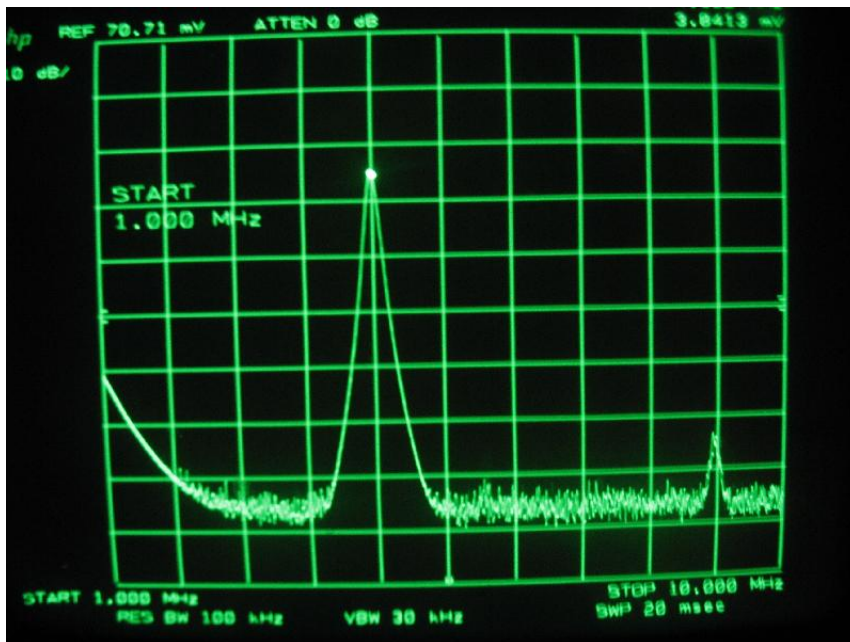
Electric antenna probe to measure the electric field



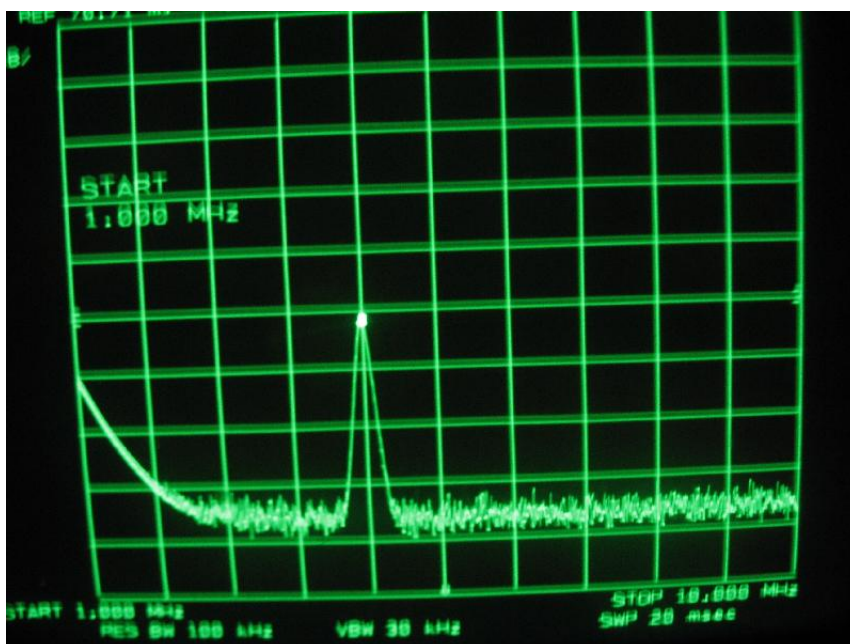
Magnetic antenna probe to measure the magnetic field



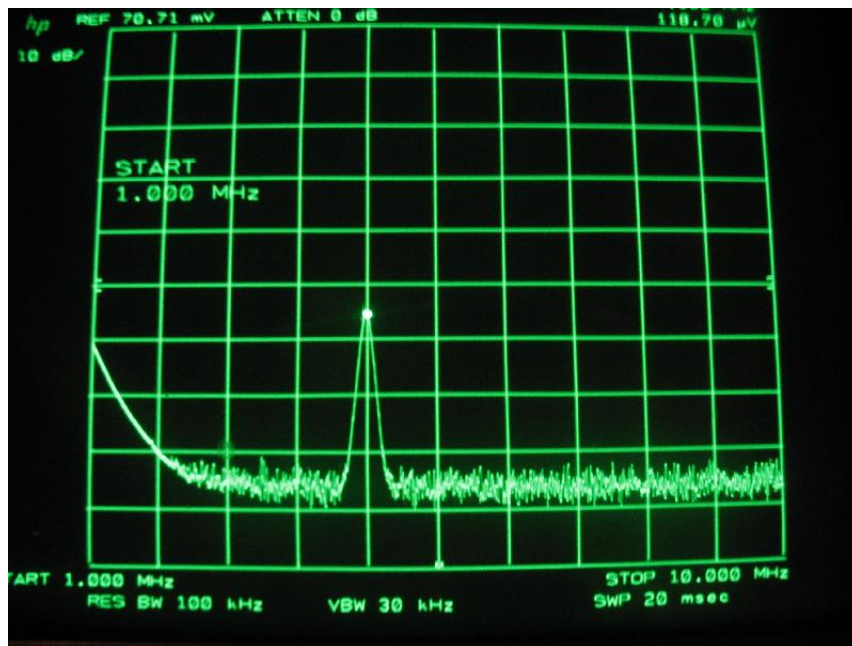
Current along the wire



Electric field strength near unit 2



Magnetic field strength near unit 2

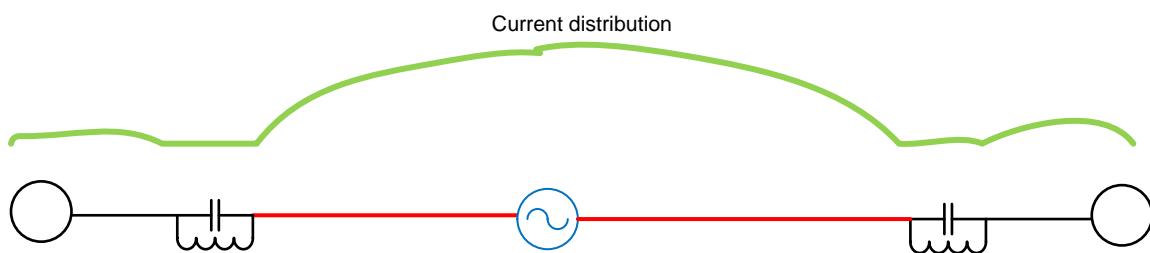


As can be seen in the graphs above there is an electric and magnetic field near unit 2. We also measured with the VNA that the coupling is now only by means of the wire. There is no coupling measured between the two spheres.

The explanation is very simple once we observe the set-up as “one antenna”. The wire serves as one part of the antenna. Everywhere along the wire we measured electric and magnetic field.

The drawing below shows a resonant dipole antenna. The shortest length of a resonant dipole antenna is the wavelength divided by two. If the physical length is not too short the antenna can be resonated to a longer wavelength by means of coils or resonators near the ends of the wire. This is a well known technique and can be found in any professional antenna handbook [4].

The current distribution in such a short antenna can be seen below. The antenna is fed in the centre; for example by a signal generator. The current along the antenna is maximum at the source and reduces towards the ends of the wire and is heavily reduced along the coils. The resonance frequency is further reduced by the conducting structures at the ends. This part is also called end loading.



If we now redraw our set-up with unit 1 and unit 2 in the form of the coil loaded resonant dipole antenna than we have the drawing below. This is very similar than the resonant dipole antenna that we discussed. In this case the feeding is not done in the centre but at the end. This influences the current distribution along the antenna. The wavelength is 63 meter for 4.9 MHz. A resonant wire dipole antenna would require 31.5 meter length. The wire in our test cases was between 1 and 10 meter and is electrically enlarged by the pancake coils to 31.5 meters.



Now it is clear why unit 2 may be placed relative far away from unit 1 for activating the LED's at unit 2. Unit 2 is only a part of the antenna that is physically still very short compared with the wavelength.

Now it is also clear why unit 2 can be placed in a Faraday cage and still power is transferred. It doesn't matter where unit 2 is; it is part of the antenna and it receives current by means of the wire.

Sorry but no scalar waves here!

6 References

- [1] Website of K. Meyl: <http://www.meyl.eu/>
- [2] On the Existence of K. Meyl's Scalar Waves, GERHARD W. BRUHN
- [3] DE10348862B4, K. Meyl
- [4] ANTENNA THEORY ANALYSIS AND DESIGN THIRD EDITION, Constantine A. Balanis

<http://users.skynet.be/Lakhovsky/>





(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 48 862 B4** 2009.03.12

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 48 862.6**
 (22) Anmeldetag: **21.10.2003**
 (43) Offenlegungstag: **02.06.2005**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **12.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G08C 17/06** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(62) Teilung in:
103 62 201.2

(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(73) Patentinhaber:
Meyl, Konstantin, Dr.-Ing., 78315 Radolfzell, DE

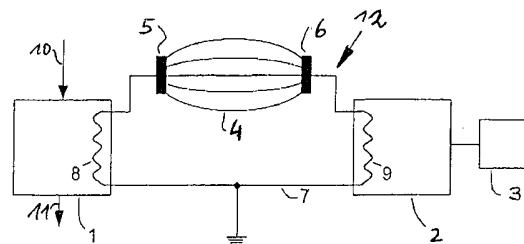
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:

(74) Vertreter:
**Schlimme, W., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.
 Dr.-Ing., Pat.-Anw., 85521 Ottoberunn**

US 58 47 447 A
US 66 15 023 B1
WO 03/1 00 743 A2
WO 02/11 146 A1

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Datenübertragung**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Datenübertragung mit
 – zumindest einer eine Daten-Sendeeinrichtung aufweisenden Stationseinheit (2),
 – einer eine Daten-Empfangseinrichtung aufweisenden Basiseinheit (1),
 – wobei die Daten-Sendeeinrichtung und die Daten-Empfangseinrichtung über eine kapazitive Übertragungsstrecke (4) mit einer der Basiseinheit (1) zugeordneten Basiselektrode (5) und einer der Stationseinheit (2) zugeordneten Stationselektrode (6) wirksam verbunden sind, wobei
 • die Basiseinheit (1) eine mit der Basiselektrode (5) elektrisch verbundene Energie-Sendeeinrichtung (13) aufweist, und wobei
 • die Stationseinheit (2) eine mit der Stationselektrode (6) elektrisch verbundene Energie-Empfangseinrichtung (17) für die von der Basiseinheit (1) zur Stationseinheit (2) übertragene Energie aufweist,
 – wobei eine Wechselspannungsversorgung (10, 13) zur Beaufschlagung der Basiselektrode (5) mit einer ein Trägersignal bestimmenden Wechselspannung vorgesehen ist,
 – wobei eine der Stationseinheit (2) zugeordnete Modulationseinrichtung (21) zur Modulation des auf der Übertragungsstrecke übertragenen Trägersignals mit einem Informationssignal vorgesehen ist,
 – wobei eine der Basiseinheit (1) oder einer weiteren...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Datenübertragung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Derartige Vorrichtungen sind allgemein bekannt vgl. US 6 615 023 B1, US 584 7 447 A, WO 02/11146 A1, WO 03/100 743 A2, und werden zum Beispiel in der Telemetrie eingesetzt. In der Praxis besteht häufig die Notwendigkeit, die Daten sendende Station mit Energie zu versorgen, wie beispielsweise in der Telemetrie, wo Meßwerte oder Meßdaten über eine größere Entfernung von einer Meßstation zu einer Basiseinheit übertragen werden müssen. Üblicherweise wird bei der Telemetrie die Radio-Telemetrie eingesetzt, bei der die zu übertragenden Signale über Funkwellen von der Meßstation zur Basiseinheit gesandt werden. Dazu muß die Meßstation mit einer eigenen Stromversorgung ausgestattet sein. Insbesondere dort, wo Kabelverbindungen für die Stromversorgung nicht realisierbar sind, weil die Meßstation beispielsweise an einer unzugänglichen Stelle oder an einem rotierenden Teil angebracht ist, ist für die Stromversorgung der Meßstation ein nicht unerheblicher Aufwand zu treiben.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine gattungsgemäße Vorrichtung zur Datenübertragung so auszubilden, daß der Aufwand zur Versorgung der Stationseinheit mit Betriebsenergie minimiert ist.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

[0005] Durch Ausbildung einer kapazitiven Übertragungsstrecke zwischen der Daten-Sendeeinrichtung und der Daten-Empfangseinrichtung ist es möglich, auch Energie zwischen der die Daten-Empfangseinrichtung aufweisenden Basiseinheit und der die Daten-Sendeeinrichtung aufweisenden Stationseinheit zu übertragen. Die Basiseinheit stellt dabei als Energiesender die Energie bereit. Sie arbeitet vorzugsweise im Bereich der technisch nutzbaren Hochfrequenz. Die Basiselektrode, die Übertragungsstrecke und die Stationselektrode bilden dabei einen Kondensator aus, in welchem die Übertragung der Energie kapazitiv von der Basiselektrode zur Stationselektrode erfolgt. Die mit der Stationseinheit verbundene Energie-Empfangseinrichtung zieht als Energieempfänger die übertragene Energie von der Energie-Sendeeinrichtung ab und versorgt die Stationseinheit mit Strom.

[0006] Durch die Erfindung ist es möglich, die Stationseinheit mit elektrischer Energie zu versorgen, ohne daß es einer herkömmlichen Kabel-Verbindung oder einer Batterie-beziehungsweise Akku-Stromver-

sorgung der Stationseinheit bedarf. Diese mit der Erfindung realisierten Vorteile beruhen auf dem folgenden physikalischen Prinzip, welches am Beispiel der Telemetrie erläutert wird: Während bei der Radio-Telemetrie die Feldzeiger der Funkwellen senkrecht auf der Ausbreitungsrichtung stehen (transversal), laufen bei dem Kondensator einer kapazitiven Telemetrieanlage wie nach der Erfindung die Feldlinien in Ausbreitungsrichtung (longitudinal) von einer Kondensatorplatte zur anderen. Es erfolgt somit eine drahtlose Punkt-zu-Punkt-Übertragung der Energie auf der Übertragungsstrecke.

[0007] Im vorliegenden Fall laufen die elektrischen Feldlinien von der Basiselektrode zur Stationselektrode, wenn die sendende Elektrode positiv und die empfangende Elektrode zur gleichen Zeit negativ polarisiert sind und umgekehrt, wie es bei jedem Kondensator der Fall ist. Dadurch bündeln sich die Feldlinien an den Elektroden, was drei wesentliche Konsequenzen nach sich zieht, die auch dann noch ohne Einschränkung nutzbar sind, wenn die Elektroden der kapazitiven Übertragungsstrecke weit auseinander gelegen sind:

- Es tritt nahezu kein Streufeld auf. Als Folge gibt es kaum Energieverluste, so daß eine hocheffiziente Energieübertragung möglich wird, wie sie mit dem Erfindungsgegenstand realisiert wird;
- Ohne Streufeld tritt auch keine nennenswerte Belastung bezüglich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) auf;
- Durch die von der einen Elektrode zur anderen verlaufenden Feldlinien sind Sender und Empfänger derart miteinander verkoppelt, daß jede Feldänderung auf einer Seite auch unmittelbar auf der anderen Seite auftritt. Steuerdaten, die im Sender dem Trägersignal aufmoduliert werden, kommen beim Empfänger an, wie in umgekehrter Richtung beim Empfänger aufmodulierte Daten sich zum Sender zurückschicken lassen.

[0008] Durch diese kombinierte Übertragung von Energie und Daten über eine größere Entfernung kann die Stationseinheit autark arbeiten. Auf diese Weise können auch mehrere Stationseinheiten von einer Basiseinheit aus versorgt werden.

[0009] Die übersandten Daten lassen sich in diesem Fall zum Beispiel multiplexen.

[0010] Beispielsweise können eine Mehrzahl von Meßfühlern einer Maschine kabellos, aber kapazitiv gekoppelt mit Energie von der Basiseinheit versorgt ihre Daten zur Basiseinheit zurückschicken. Da die kapazitive Übertragungsstrecke Teil eines L-C-Schwingkreissystems ist, ist eine Rückleitung erforderlich. Diese kann als einadriges Kabel oder als Masseverbindung ausgeführt sein.

[0011] Die Frequenz des Trägersignals ist derart

abgestimmt, daß der L-C-Schwingkreis in seiner Eigenresonanz betrieben wird. Hierdurch wird die Reichweite der Übertragungstrecke erheblich vergrößert.

[0012] Vorteilhafterweise bildet die kapazitive Übertragungstrecke einen Luftkondensator.

[0013] Insbesondere vorteilhaft ist es, wenn die Basiselektrode und/oder die Stationselektrode als Kugelelektrode ausgeführt ist beziehungsweise sind.

[0014] Vorteilhaft ist auch, wenn die Koppelspulen als Spiralspulen ausgebildet sind.

[0015] Weitere vorteilhafte Ausführungen sind in den verbleibenden Ansprüchen angegeben.

[0016] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Beispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigt:

[0017] Fig. 1, eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung und

[0018] Fig. 2, eine zweite, detaillierter dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0019] Fig. 1 zeigt ein Prinzipschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Eine Basiseinheit 1 wird über einen Energieeingang 10 mit elektrischer Energie versorgt. Eine Stationseinheit 2 ist von der Basiseinheit 1 entfernt vorgesehen und mit in der Figur nur schematisch dargestellten Peripheriegeräten 3 elektrisch verbunden. Diese Peripheriegeräte können beispielsweise Meßgeräte sein.

[0020] Zwischen der Basiseinheit 1 und der Stationseinheit 2 ist eine kapazitive Übertragungstrecke 4 ausgebildet, die eine der Basiseinheit 1 zugeordnete Basiselektrode 5 und eine der Stationseinheit 2 zugeordnete Stationselektrode 6 aufweist. Die Basiselektrode 5 ist mit einer in der Basiseinheit vorgesehenen Induktivität 8 elektrisch leitend verbunden und die Stationselektrode 6 ist mit einer in der Stationseinheit 2 vorgesehenen Induktivität 9 elektrisch leitend verbunden. Die Basiseinheit 1 ist zudem mit einem Datenausgang 11 versehen.

[0021] Die beiden Induktivitäten 8 und 9 sind über eine gemeinsame Masseverbindung 7 ebenfalls elektrisch leitend miteinander verbunden. Die Basiselektrode 5, die Induktivität 8 in der Basiseinheit 1, die Masseverbindung 7, die Induktivität 9 in der Stationseinheit 2, die Stationselektrode 6 und die drahtlose kapazitive Übertragungstrecke 4 bilden einen geschlossenen L-C-Schwingkreis 12 aus.

[0022] Der Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird anhand der Fig. 2 beschrieben.

[0023] Die Basiseinheit 1 weist einen Hochfrequenz-(HF)-Leistungsverstärker 13' auf, der über den Energieeingang 10 von einer externen Stromversorgung mit elektrischer Energie versorgt wird und Teil einer Energie-Sendeinrichtung 13 ist. Der Leistungsverstärker 13' speist die Primärspule 14 eines als Sekundärspule die Induktivität 8 aufweisenden Basistransformators 15.

[0024] Mit dem Leistungsverstärker 13' elektrisch über eine innere Datenleitung 16' verbunden ist in der Basiseinheit 1 auch eine Modulator-/Demodulator-Einrichtung 16 vorgesehen. Die Modulator-/Demodulator-Einrichtung 16 ist Teil einer basisseitigen Daten-Empfangseinrichtung und einer Daten-Sendeinrichtung.

[0025] Die Stationseinheit 2 weist eine Energie-Empfangseinrichtung 17 auf, die elektrisch mit einer Sekundärspule 18 eines als Primärspule die Induktivität 9 aufweisenden Stationstransformators 19 verbunden ist. Die Energie-Empfangseinrichtung 17 bildet innerhalb der Stationseinheit 2 ein internes Netzgerät, welches üblicherweise aus Gleichrichtern und Glättungsgliedern besteht und welches die elektrischen Verbraucher der Stationseinheit 2 sowie die daran angeschlossenen Peripheriegeräte 3 über eine Stromversorgungsleitung 20 mit elektrischer Energie versorgt.

[0026] Weiterhin umfaßt die Stationseinheit 2 eine Modulator-/Demodulator-Einrichtung 21, die Teil einer Daten-Sendeinrichtung und einer Daten-Empfangseinrichtung der Stationseinheit 2 ist. Die Modulator-/Demodulator-Einrichtung 21 wird über die Stromversorgungsleitung 20 mit elektrischer Energie versorgt und ist über eine innere Datenleitung 21' mit der Energie-Empfangseinrichtung 17 verbunden.

[0027] Des weiteren ist die Modulator-/Demodulator-Einrichtung 21 über eine äußere Datenleitung 22 mit den Peripheriegeräten 3 verbunden.

[0028] Nachfolgend wird die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung erläutert.

[0029] Der L-C-Schwingkreis 12 wird vom Leistungsverstärker 13 der Basiseinheit 1 über den Basistransformator 15 mit elektrischer Wechselspannung beaufschlagt. Dadurch bildet sich in der kapazitiven Übertragungstrecke 4 zwischen den als Kugelelektroden ausgebildeten Basiselektrode 5 und Stationselektrode 6 ein schwingendes elektromagnetisches Feld aus, dessen elektrische Feldlinien von der Basiselektrode 5 zur Stationselektrode 6 verlaufen. Ein Teil der elektrischen Energie aus der kapazitiven Übertragungstrecke 4 wird über den Stationstrans-

formator **19** und die Energie-Empfangseinrichtung **17** aus dem elektrischen Feld ausgekoppelt und damit aus dem als Energie-Sendeeinrichtung wirkenden Leistungsverstärker **13** abgezogen. Mit dieser abgezogenen Energie werden die elektrischen Verbraucher in der Stationseinheit **2** und in den daran angeschlossenen Peripheriegeräten **3** elektrisch versorgt.

[0030] Die elektrischen Peripheriegeräte **3**, die beispielsweise Meßgeräte sein können, liefern Daten über die äußere Datenleitung **22** an die Modulator-/Demodulator-Einrichtung **21**, welche diese Daten auf die am Stationstransformator **19** anliegende Wechselspannung aufmoduliert. Diese Modulation der elektrischen Wechselspannung im L-C-Schwingkreis ist auch an der Basiseinheit feststellbar. Die am Basistransformator **15** anliegende Wechselspannung wird über die innere Datenleitung **16'** der Basiseinheit **1** an die dortige Modulator-/Demodulator-Einrichtung **21** geleitet, in der die Wechselspannung demoduliert wird und die so erhaltenen Daten über eine äußere Datenleitung **23** aus der Basiseinheit **1** abgeleitet werden.

[0031] Im Gegenzug können über eine Steuersignalleitung **24** in die basisseitige Modulator-/Demodulator-Einrichtung **16** eingeleitete Steuersignale auf die im L-C-Schwingkreis wirkende Wechselspannung aufmoduliert und zur Stationseinheit **2** gesandt werden, wo sie von der dortigen Modulator-/Demodulator-Einrichtung **21** aus der Wechselspannung demoduliert und zur Steuerung der Stationseinheit **2** oder der Peripheriegeräte **3** an entsprechende (nicht gezeigte) Steuerungseinrichtungen weitergeleitet werden.

[0032] Vorzugsweise sind die Induktivitäten **8, 9** spiralförmig gewickelte Spulen, deren jeweils inneres Ende mit der zugeordneten Basiselektrode **3** beziehungsweise Stationselektrode **4** verbunden ist, während das jeweils äußere Ende der Spule mit der den Rückleiter bildenden Masseverbindung **7** elektrisch verbunden sind. Dabei sind die Basiselektrode **5** und die Stationselektrode **6** als Kugelelektroden ausgeführt.

[0033] Nachstehend werden noch einige praktische Anwendungsbeispiele, die zum Teil schon im Experiment erfolgreich getestet worden sind, angegeben.

[0034] Durch die kombinierte Übertragung von Energie und Daten auch über größere Entfernungen kann die Stationseinheit autark arbeiten. Auf diese Weise können auch mehrere Stationseinheiten von einer Basiseinheit aus versorgt werden. Die von den jeweiligen Stationseinheiten versandten Daten lassen sich in diesem Fall multiplexen.

[0035] Vorstellbar ist, daß eine Vielzahl von Meßfühlern einer Maschine kabellos aber kapazitiv ge-

koppelt und so mit Energie von der Basiseinheit versorgt ihre Daten zur Basiseinheit zurückschicken. Da die kapazitive Übertragungsstrecke Teil eines L-C-Schwingkreises ist, ist eine Rückleitung erforderlich, die als Kabel oder als gemeinsame Masseverbindung ausgeführt sein kann.

[0036] Die Erfindung kann beispielsweise in einem Heizkostenverteilersystem eingesetzt werden, bei welchem eine Basisstation der Reihe nach die an den einzelnen Heizkörpern vorgesehenen Stationseinheiten, die mit elektrischen Heizkostenerfassungseinrichtungen versehen sind, abfragen, wobei das Rohrleitungssystem als Rückleiter dient.

[0037] In einem anderen Anwendungsbeispiel kann die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Datenübertragung bei einem Reifendruckkontrollsystem eines Fahrzeugs eingesetzt werden. Die Stationseinheiten sind jeweils im oder am rotierenden Rad vorgesehen und dort mit Luftdruckmeßeinrichtungen verbunden. Als Rückleiter kann die aus Metall bestehende Rad-aufhängung dienen, wobei die Relativbewegung im Radlager für ein Hochfrequenzsignal kein wesentliches Hindernis darstellt.

[0038] Auf ähnliche Weise kann auch bei Werkzeugmaschinen oder Bearbeitungszentren oder bei anderen größeren maschinentechnischen Anlagen mit rotierenden Elementen das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhaft zum Einsatz gebracht werden.

[0039] Auch bei Sicherheitstüren, die im Türbereich elektrische oder elektronische Einrichtungen aufweisen, die mit elektrischer Energie versorgt werden müssen, kann eine Energieversorgung durch die erfindungsgemäße Vorrichtung ohne Kabelanschluß vorgenommen werden, wobei die Daten (zum Beispiel der Schließzustand der Türe) zu einer Alarmanlage ebenfalls drahtlos zurückgemeldet werden können. Dabei kann das Türscharnier als Rückleiter dienen.

[0040] Bei allen Anwendungsbeispielen ist der Abstand zwischen Sender und Empfänger, das heißt zwischen Basiselektrode und Stationselektrode, erheblich. Dieser Abstand kann bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung größer oder gleich $\lambda/2\pi$ sein, wobei λ die Wellenlänge der benutzten Trägerwelle ist. Hierdurch wird sichergestellt, daß tatsächlich eine kapazitive Übertragung aufgebaut wird und nicht im Nahfeld einer Radiotelemetrie-Übertragung gearbeitet wird.

[0041] Bei einem realisierten Funktionsmuster wurde eine Trägerwelle mit der Frequenz von 6,78 MHz verwendet. Die Wellenlänge beträgt dabei 44 Meter und der Nahfeldbereich liegt unterhalb von 7 Metern. Messungen haben ergeben, daß das mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung aufgebaute Telemetrie-

system auch bei Entfernungen von 60 Metern und mehr noch zuverlässig arbeitet, ohne daß die Schwingungen abreißen und die Übertragung zusammenbricht.

[0042] Völlig neuartige Anwendungsmöglichkeiten erschließen sich, wenn bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung anstelle einer einzigen als Empfänger ausgebildeten Stationseinheit **2** mehrere identisch aufgebaute Stationseinheiten vorgesehen und über die gemeinsame Masseverbindung **7** an die Basiseinheit **1** angekoppelt sind. Die Basiseinheit versorgt dann alle Stationseinheiten gleichzeitig mit Energie. Die von den Stationseinheiten zu übertragenden Daten können dabei im Multiplex-Verfahren auf das elektrische Feld aufmoduliert werden.

[0043] In diesem Fall wird die in einer Stationseinheit vorgenommene Modulation des Trägersignals nicht nur in der Basiseinheit, sondern auch bei den anderen Stationseinheiten wahrgenommen, so daß sich Daten und Information auch von einer Stationseinheit zu einer anderen Stationseinheit senden lassen. Da sich selbstverständlich auch Sprachinformation aufmodulieren läßt, kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch als drahtloses Telefonesystem Anwendung finden, wobei durch die kapazitive Übertragungsstrecke ein Streufeld vermieden wird und so kein elektronischer Smog entsteht. Im übrigen können auch die einzelnen, Stationseinheiten bildenden Telefonapparate ohne eigene Stromversorgung, also ohne Batterie oder Akku, betrieben werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Datenübertragung mit

- zumindest einer eine Daten-Sendeeinrichtung aufweisenden Stationseinheit (**2**),
- einer eine Daten-Empfangseinrichtung aufweisenden Basiseinheit (**1**),
- wobei die Daten-Sendeeinrichtung und die Daten-Empfangseinrichtung über eine kapazitive Übertragungsstrecke (**4**) mit einer der Basiseinheit (**1**) zugeordneten Basiselektrode (**5**) und einer der Stationseinheit (**2**) zugeordneten Stationselektrode (**6**) wirksam verbunden sind, wobei
 - die Basiseinheit (**1**) eine mit der Basiselektrode (**5**) elektrisch verbundene Energie-Sendeeinrichtung (**13**) aufweist, und wobei
 - die Stationseinheit (**2**) eine mit der Stationselektrode (**6**) elektrisch verbundene Energie-Empfangseinrichtung (**17**) für die von der Basiseinheit (**1**) zur Stationseinheit (**2**) übertragene Energie aufweist,
 - wobei eine Wechselspannungsversorgung (**10, 13**) zur Beaufschlagung der Basiselektrode (**5**) mit einer ein Trägersignal bestimmenden Wechselspannung vorgesehen ist,
 - wobei eine der Stationseinheit (**2**) zugeordnete Modulationseinrichtung (**21**) zur Modulation des auf der Übertragungsstrecke übertragenen Trägersignals mit

einem Informationssignal vorgesehen ist,

– wobei eine der Basiseinheit (**1**) oder einer weiteren Stationseinheit zugeordnete Demodulationseinrichtung (**16**) zur Auskopplung des Informationssignals aus dem Trägersignal vorgesehen ist,

dadurch gekennzeichnet,

– daß die Basiseinheit (**1**) und die Stationseinheit (**2**) zusätzlich zur kapazitiven Übertragungsstrecke (**4**) auch über eine elektrisch leitende Verbindung (**7**) miteinander elektrisch verbunden sind und einen L-C-Schwingkreis (**12**) ausbilden und

– daß die Frequenz des Trägersignals derart abgestimmt ist, daß der L-C-Schwingkreis (**12**) in seiner Eigenresonanz betrieben wird.

– daß eine der Stationseinheit (**2**) zugeordnete Modulationseinrichtung (**21**) zur Modulation des auf der Übertragungsstrecke übertragenen Trägersignals mit einem Informationssignal vorgesehen ist,

– daß eine der Basiseinheit (**1**) oder einer weiteren Stationseinheit zugeordnete Demodulationseinrichtung (**16**) zur Auskopplung des Informationssignals aus dem Trägersignal vorgesehen ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die kapazitive Übertragungsstrecke (**4**) einen Luftkondensator bildet.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen der Basiselektrode (**5**) und der Stationselektrode (**6**) größer oder gleich der Wellenlänge des Trägersignals dividiert durch 2π ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen der Basiselektrode (**5**) und der Stationselektrode (**6**) größer ist als die halbe Wellenlänge der Schwingung des Trägersignals.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn eine Mehrzahl von Stationseinheiten vorgesehen ist, die von den Modulationseinrichtungen (**21**) der jeweiligen Stationseinheit (**2**) abgegebenen Informationssignale seriell auf das Trägersignal aufmoduliert werden.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Basiseinheit (**1**) zugeordnete Modulationseinrichtung zur Modulation des Trägersignals mit einem weiteren Informationssignal vorgesehen ist und daß eine der Stationseinheit (**2**) zugeordnete Demodulationseinrichtung zur Auskopplung des weiteren Informationssignals aus dem Trägersignal vorgesehen ist, so daß die Basiseinheit (**1**) und die zumindest eine Stationseinheit (**2**) sowohl Informationssignale aussenden als auch empfangen können.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die der Energie-Sendeeinrichtung (13) und der Energie-Empfangseinrichtung (17) zugeordneten Induktivitäten (14, 18) transformatorisch mit je einer Koppelspule (8, 9) elektrisch verbunden sind, um die zu übertragende Energie und Information in den L-C-Schwingkreis ein- beziehungsweise aus diesem auszukoppeln.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die der Energie-Sendeeinrichtung (13) und der Energie-Empfangseinrichtung (17) zugeordneten Induktivitäten (14, 18) mit den Koppelspulen (8, 9) als Lufttransformatoren ausgeführt sind.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Basisselektrode (5) und/oder die Stationselektrode (6) als Kugelelektrode ausgebildet ist beziehungsweise sind.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppelspulen (8, 9) als Spiralspulen ausgebildet sind.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

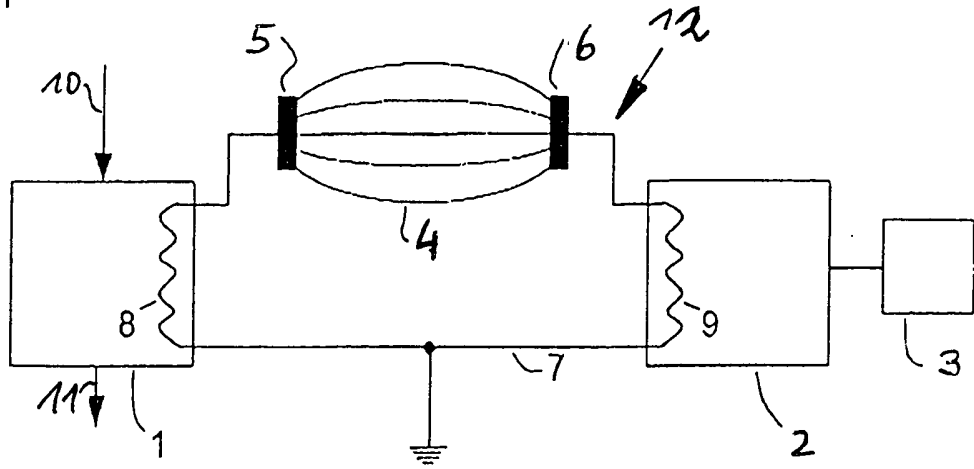
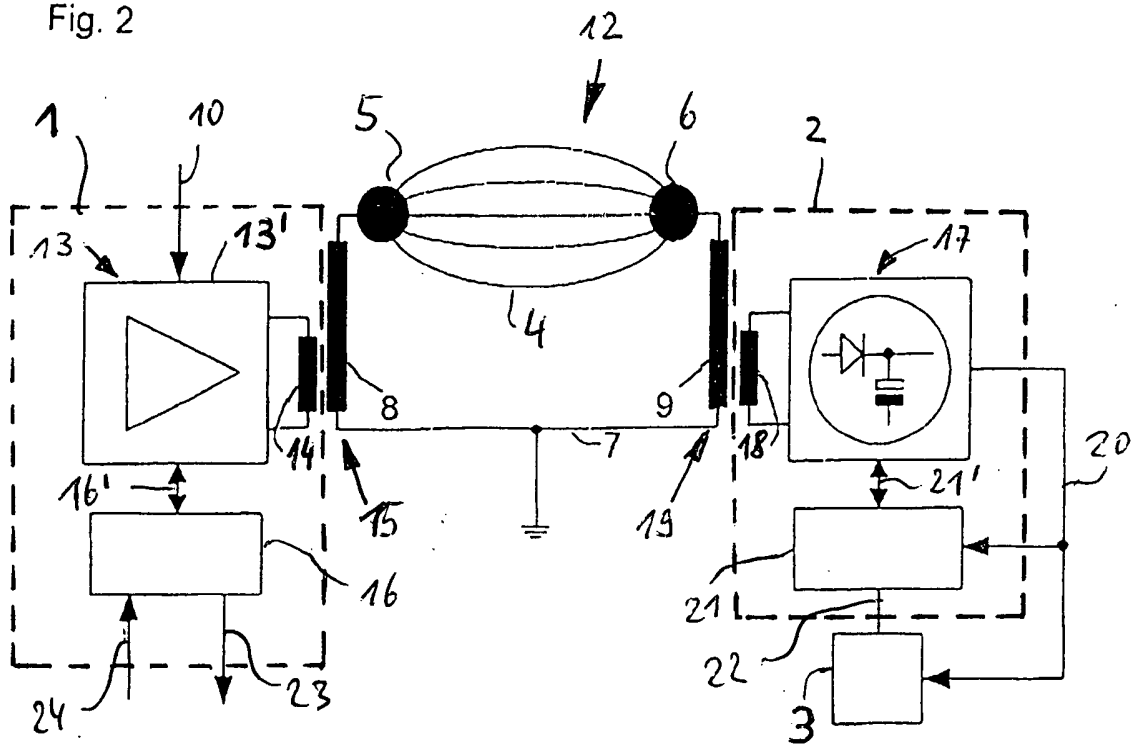


Fig. 2



COMMENTARY

On the Existence of K. Meyl's Scalar Waves

GERHARD W. BRUHN

Darmstadt University of Technology, Department of Mathematics,
AG 7, Schloßgartenstrasse, 7 64289 Darmstadt, Germany
e-mail: bruhn@mathematik.tu-darmstadt.de

Abstract—In the fall of 2000, several talks were delivered by K. Meyl. These talks described his theory of so-called Tesla's scalar waves (e.g., in Meyl ["Scalar Waves..." (2000) and "Longitudinalwellen-Experiment..." (2000)], and on his Web site). In the following article, we shall mainly discuss the theoretical part of these publications, although the experimental part would deserve a detailed discussion in its own right. The scalar wave, according to Meyl, is an *irrotational* electric vector solution \mathbf{E} of the *homogeneous wave equation* having non-vanishing sources. However, and this is Meyl's logical flaw, *it is not the homogeneous wave equation but Maxwell's equations that are the actual starting point* of any theory of electromagnetic waves. And, as will be seen in Section 1, the homogeneous wave equation is valid only in vacuum and in its natural generalization, in homogeneous materials *without free charges and currents*, while in other cases the *inhomogeneous wave equation* would apply. So in Section 2, our next immediate result is that *Meyl's source conditions are inconsistent* with the material properties. Hence, we have to assume the vector field \mathbf{E} to be *source free*. But— as will be shown further for this case—*Maxwell's equations do not admit other than trivial scalar waves of the Meyl type, since only time-independent solutions* are admissible. Under those conditions, the only permissible conclusion is that *Meyl's scalar waves do not exist*. At the end of his talks (Meyl, "Scalar Waves..." [2000] and "Longitudinalwellen-Experiment..." [2000]), Meyl makes another remarkable assertion, which we shall discuss in Section 3. Meyl claims to have generated 'vortex' solutions that propagate *faster than light*. But for *solutions of the homogeneous wave equation*, this would clearly *contradict a well-known theorem of the mathematical theory of the wave equation*. In addition, Meyl's *proof* for his claim will turn out to be a *simple flaw of thinking*.

1. Maxwell's Equations

We start by reminding the reader of the initial part of Maxwell's theory: For a homogeneous medium of constant dielectricity ϵ and constant permeability μ , Maxwell's equations read as follows:

$$\text{curl } \mathbf{E} = -\mu \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}, \quad (1)$$

$$\text{div } \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon}, \quad (2)$$

$$\text{curl } \mathbf{H} = \varepsilon \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + \mathbf{j}, \quad (3)$$

$$\text{div } \mathbf{H} = 0. \quad (4)$$

Here ϱ denotes the density of free charges, and \mathbf{j} is the current density caused by the motions of the free charges. These differential equations are actually extracted from the original integral relations that describe the well-known standard experiments of Ørsted, Ampère, Biot, Savart and Faraday.

Using standard algebra, each of the vector fields \mathbf{H} or \mathbf{E} can be eliminated. This yields

$$\text{curl curl } \mathbf{E} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} = \mu \frac{\partial \mathbf{j}}{\partial t}$$

and

$$\text{curl curl } \mathbf{H} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{H}}{\partial t^2} = \text{curl } \mathbf{j}, \quad \text{where } \frac{1}{c^2} = \varepsilon \mu; \quad (5)$$

and by means of the vector identity

$$\text{curl curl } \mathbf{F} = \text{grad div } \mathbf{F} - \Delta \mathbf{F}$$

and using Equations 2 and 4, we obtain the *inhomogeneous wave equations*

$$\Delta \mathbf{E} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} = \frac{1}{\varepsilon} \text{grad } \varrho - \mu \frac{\partial \mathbf{j}}{\partial t} \quad \text{and} \quad \Delta \mathbf{H} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{H}}{\partial t^2} = -\text{curl } \mathbf{j}. \quad (6)$$

Thus, restricting ourselves to the normal *case of absence of free charges*, where $\varrho = 0$ and $\mathbf{j} = \mathbf{0}$, we obtain the homogeneous Maxwell equations

$$\text{curl } \mathbf{E} = -\mu \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}, \quad (1')$$

$$\text{div } \mathbf{E} = 0, \quad (2')$$

$$\text{curl } \mathbf{H} = \varepsilon \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}, \quad (3')$$

$$\text{div } \mathbf{H} = 0. \quad (4')$$

and the *homogeneous wave equations*

$$\text{curl curl } \mathbf{E} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} = \mathbf{0} \quad \text{and} \quad \text{curl curl } \mathbf{H} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{H}}{\partial t^2} = \mathbf{0} \quad (5')$$

or

$$\Delta \mathbf{E} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} = \mathbf{0} \quad \text{and} \quad \Delta \mathbf{H} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{H}}{\partial t^2} = \mathbf{0}. \quad (6')$$

Conclusion 1. The *homogeneous wave equations* (6') are deduced from Maxwell's equations under the *assumption of the absence of free charges and*

currents. If this assumption is not fulfilled, then only the more general *inhomogeneous* wave equations (6) are valid, and these must be used.

1. Meyl's Longitudinal Waves

A solution \mathbf{E} of the first homogeneous wave equation in Equation 6', which satisfies the additional conditions

$$\text{curl } \mathbf{E} = 0 \quad (7)$$

and

$$\text{div } \mathbf{E} = \frac{\rho}{\varepsilon} \neq 0, \quad (2'')$$

is denoted *longitudinal* by K. Meyl in his talks "Scalar Waves..." (2000) and "Longitudinalwellen-Experiment..." (2000). But the assumption (2'') is a *logical flaw*, since it contradicts the absence of free charges, $\rho = 0$, in the medium (e.g., in vacuum). Hence, we obtain

Conclusion 2. In order to describe waves in a medium without free charges (e.g., in vacuum or in another homogeneous medium without free charges), we must use Equation 2' and not Equation 2''.

Then we have to discuss solutions of Maxwell's equations (Equations 1'–4') under the additional assumption (7), or—which is equivalent—we have to look for solutions \mathbf{E} of the homogeneous wave equation that are irrotational and source free. But the first equation (5') together with (7) yields

$$\frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} = \mathbf{0}, \quad (8)$$

which must be fulfilled by Meyl's longitudinal \mathbf{E} -waves. Thus, \mathbf{E} is linearly time-dependent,

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_0(\mathbf{x}) + t \mathbf{E}_1(\mathbf{x}).$$

But if $\mathbf{E}_1(\mathbf{x}) \neq 0$, then the energy of the field \mathbf{E} contained in some bounded area would (approximately) increase proportionally to t^2 . But, in accordance with energy conservation, the energy should not exceed a fixed constant. Thus, for energetic reasons, an electric field \mathbf{E} linearly *increasing* with time is impossible, and we obtain

$$\mathbf{E}(\mathbf{x}, t) = \mathbf{E}_0(\mathbf{x}), \quad (9)$$

(i.e., *time independent* fields are the *only* source-free longitudinal solutions). (Here \mathbf{E}_0 has to be an arbitrary solution of $\Delta \mathbf{E}_0 = \mathbf{0}$.)

As a consequence of Equation 7, Meyl is allowed to introduce a potential φ (locally) by

$$\mathbf{E} = - \text{grad } \varphi \tag{10}$$

Then, Equation 9 yields the time independency of the potential function φ ,

$$\varphi(\mathbf{x}, t) = \varphi_0(\mathbf{x}). \tag{11}$$

Conclusion 3. Maxwell's equations for media without free charges and currents do not admit any other than *trivial* longitudinal waves (\mathbf{E}, φ) in the manner defined by Meyl. These solutions are *not waves* since they are *time independent*.

Remarks. The above conclusion is a result of certain discrepancies between Maxwell's equations and the wave equation. Of course, every solution of Maxwell's equations 1'–4' will fulfil the wave Equation 6'. *But the reverse is not true*, as when, for example, an arbitrary solution for \mathbf{E} of Equation 6' violates Equation 2' in general. In other words, as demonstrated above, Maxwell's Equations 1'–4' together with the additional condition (7) cause such strong restrictions for the vector field \mathbf{E} that **only trivial longitudinal solutions can exist**.

At the end of his talks (“Scalar Waves...” [2000] and “Longitudinalwellen-Experiment...” [2000]), Meyl makes another remarkable assertion. He claims that there exist ‘vortex’ solutions that have *velocities faster than light*. If these ‘vortex’ solutions were *solutions of the homogeneous wave equation*, this would *clearly contradict the results of the mathematical theory of the wave equation*. One of the *main results of this mathematical theory* is that the *maximum* signal velocity is c , the velocity of light (cf. e.g., John, 1982; p. 126 ff., or any other textbook of partial differential equations).

Meyl reports on the 7.0-MHz waves he observed at the receiver during his experiments, while his (shielded) emitter worked at 4.7 MHz. He explains the appearance of the higher frequency at the receiver with a *higher velocity* of the signal; hence, he concludes, his signal is *faster than light*.

But an emitter frequency of 4.7 MHz means that the emitter sends 4.7 millions of waves per second; then by no means can 7.0 millions of waves per second arrive at the receiver, *independent of the signal velocity*. *Where should the additional number of 2.3 millions of waves have come from?* The number of waves per second at the emitter and at the receiver *must agree, whatever the signal velocity might be*. Hence, Meyl's conclusion of a higher signal velocity is baseless and a *flaw of thinking*. (The only possibility of finding out the signal velocity is to measure the transit time T of the signal over the distance of R between emitter and receiver. Then the velocity is given by $v = R/T$. But this is easier said than done.) Conversely, whenever a signal of 7.0 MHz was detected at the receiver, it must necessarily have had a source oscillating with the

same frequency of 7.0 MHz, most likely as an artefact by the electronics, for example, an intermodulation frequency, which was radiated by an unshielded cable.

Leaving these experimental difficulties aside, even if Meyl could prove *by reliable measurement* that there exist 'vortex' solutions faster than light, then he would have shown by experimental measurement that *the wave Equation 6' could not apply to these 'vortex' solutions*. But the wave Equation 6' was Meyl's starting point.

References

- Meyl, K. (2000). *Scalar waves—Theory and experiments*. Talk delivered at the Fifth Biennial Meeting of the Society for Scientific Exploration at the University of Amsterdam. Available at: http://www.k-meyl.de/Aufsätze/SalarwellenScalar_waves/Scalar_waves/scalar_waves.html. (An article based on Meyl's presentation immediately precedes this commentary, pp. 199–205).
- Meyl, K. (2000). *Longitudinalwellen-experiment nach Nikola Tesla*. Talk delivered at the Seminar für Theoretische Chemie der Universität Tübingen. Available at: http://www.k-meyl.de/Aufsätze/Salarwellen-Scalar_waves/Skalarwellen/skalarwellen.html.
- John, F. (1982). *Partial Differential Equations* (4th ed.). New York: Springer.