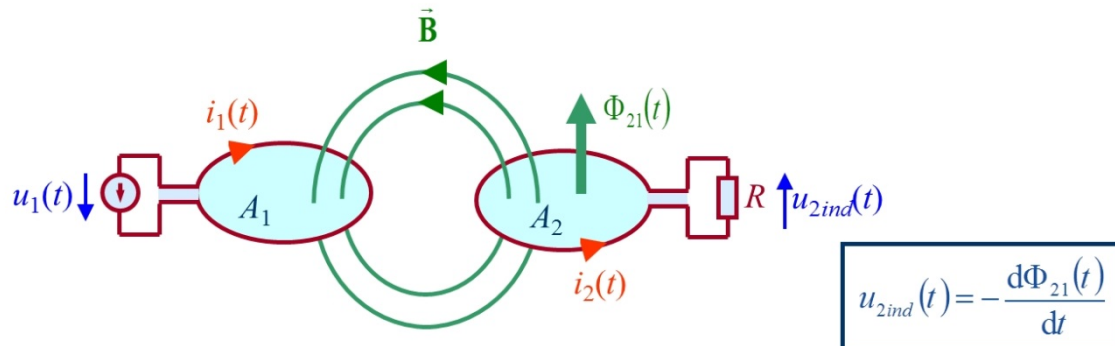


Induktives Laden mit Datenübertragung

Von Armin Wegener

Unter elektromagnetischer Induktion (auch Faradaysche Induktion, nach Michael Faraday, kurz Induktion) versteht man das Entstehen eines elektrischen Feldes durch Änderung der magnetischen Flussdichte.



Bildunterschrift: Prinzipbild der magnetischen Induktion

Bei der drahtlosen Energieübertragung (auch getrennte Energieübertragung, kabellose Leistungsübertragung oder kontaktlose Leistungsübertragung) wird Energie von einem Objekt auf ein anderes übertragen. Hierbei kann es sich um verschiedenste Energieformen handeln, z. B. um kinetische oder elektrische Energie. Im Allgemeinen wird darunter ein elektrischer Aufbau verstanden, dem die zum Betrieb notwendige elektrische Energie nicht über Kabel und elektrische Kontakte zugeführt wird sondern durch Nutzung von elektromagnetischen Feldern oder anderen physikalischen Wirkprinzipien. Die Vorteile sind unter anderem eine höhere Mobilität und keine elektrischen Kontakte und daraus resultierende Probleme. Dadurch wird dadurch ein wasser- und staubdichter Aufbau der Komponenten ermöglicht. Auch Gasdichte Anwendungen sind dadurch möglich. Dies ermöglicht eine ATEX-Zulassung und somit den Betrieb von Applikationen in explosionsgefährdeten Bereichen. Durch die staubdichte Bauweise der induktiven Ladung sind solche Lösungen prädestiniert für den Einsatz in verschiedensten Bereichen. So setzen z.B. namhafte Hersteller von Werkzeugmaschinen weltweit auf diese Lösung.

Am weitesten verbreitet ist die Methode der induktiven Energieübertragung. Häufig wird drahtlose Energieübertragung synonym für induktive Energieübertragung verwendet. Bei der Ladung im elektrischen Bereich unterscheidet man zwischen einem primären Bauteil, welches stationär ist, und einem sekundären Bauteil. Dies sind mobile Applikationen, also z.B. Mobiltelefone, elektrische Zahnbürsten, Heckenscheren, Infusionspumpen oder auch mobile Gaswarngeräte.

Energieeffizianzorderungen und Ihre Auswirkung

Regularien wie CEC*, ErP* oder auch DOE* sind normative Punkte. Diese Energiesparnormen hatten und haben in den letzten Jahren einen starken Einfluss im Bereich der Ladetechnik im Allgemeinen und natürlich auch für die Entwicklung induktiver

Ladegeräte. Im Gegensatz zu früher, als Ladegeräte während der gesamten Betriebsdauer Energie verbrauchten, erkennen Ladegeräte neuerer Bauart, ob ein sekundäres Bauteil (Akku) eingelegt ist und überwachen auch den Ladezustand. Dies ermöglicht einen wesentlich energieeffizienteren Betrieb.

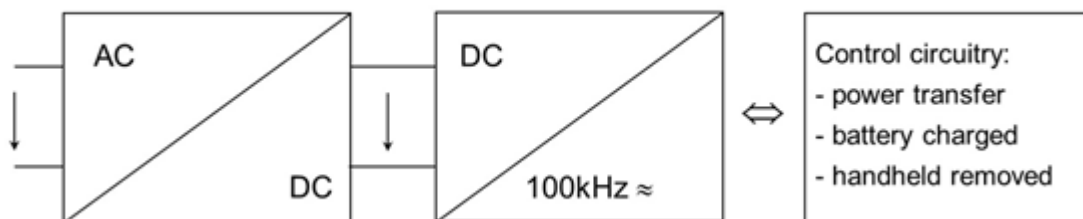
Qi Standard versus feste Lage

Der 2008 eingeführte Qi-Standard soll das Laden von verschiedenen sekundären Applikationen erleichtern. Hierzu hatten sich verschiedene Hersteller von Ladegeräten und Hersteller elektronischer Produkte zusammengeschlossen. Bei diesem Standard wird durch ein beliebig großes primäres Bauteil (z.B. in Form einer Platte) die Ladung unterschiedlichster sekundärer Bauteile ermöglicht. Der Nachteil dieses Standards ist ein relativ hoher Energieverbrauch, da in der primären Einheit relativ viele Ladespulen verbaut sind und der Wirkungsgrad der Ladespulen ausschlaggebend für Übertragungsverluste ist.

Bei der festen Lage sind primäres und sekundäres Bauteil aufeinander abgestimmt. Dies ermöglicht auf der einen Seite zwar nur die Ladung bestimmter Applikationen, ermöglicht aber auf der anderen Seite eine wesentlich kostengünstigere Herstellung und einen wesentlich energiesparenderen Betrieb durch die Verwendung fester, optimierter Kopplung der Ladespulen.

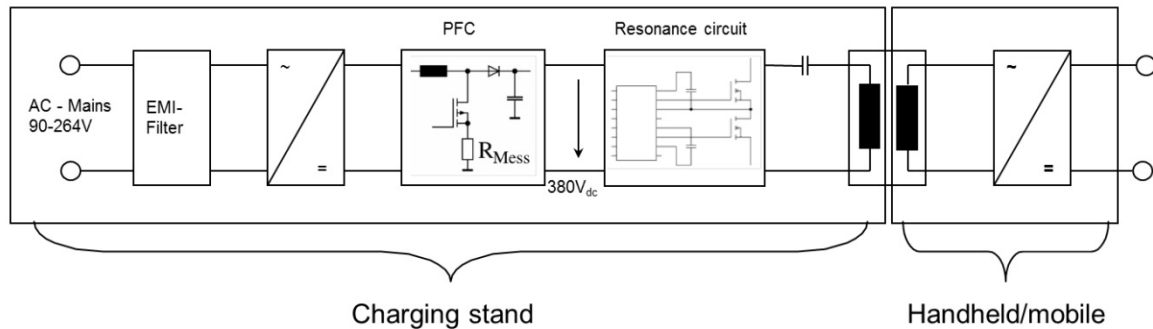
Die technische Optimierung erfolgt mittels des zweistufigen Konzeptes:

Relativ neu ist das zweistufige Konzept. Dabei wird in der ersten Stufe die weltweit unterschiedliche Netzspannungsvariation (von Japan 100 V (+/-10 %) bis EU (240 V (+/-10 %)) von 90V - 264V automatisch erkannt und ausgeregelt. Dadurch kann das Gerät weltweit eingesetzt werden, lediglich der Primärstecker muss getauscht werden.



Bildunterschrift: Gegebenenfalls kann, abhängig von den übertragenen Leistungen, auch durch eine DC-Quelle 4 – 32 V versorgt werden.

- In der zweiten Stufe (auch Resonanzstufe) wird eine Leistungstransformation durchgeführt. Ein weiter Leistungsbereich von 0,1 bis 100 Watt und damit die Ladung verschiedenster sekundärer Applikationen ist möglich. Der Vorteil dieses Konzeptes liegt auf der Hand:
- günstige Entwicklungskosten
- günstige Herstellungskosten
- Vertriebsvorteile durch das Laden verschiedener Applikationen
- Optimierung auf verschiedene Netzspannungsvarianten und Laständerungen



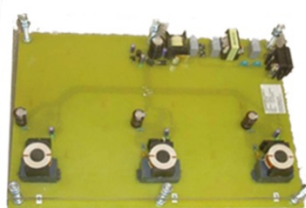
Bildunterschrift: 2-Stufen-Konzept: PFC als 1. Stufe bietet sinusförmigen Eingangsstrom nach EN61000-3-2

Geringe Ströme im Resonanzkreis und Nullspannungsschaltung ermöglichen höhere Wirkungsgrade

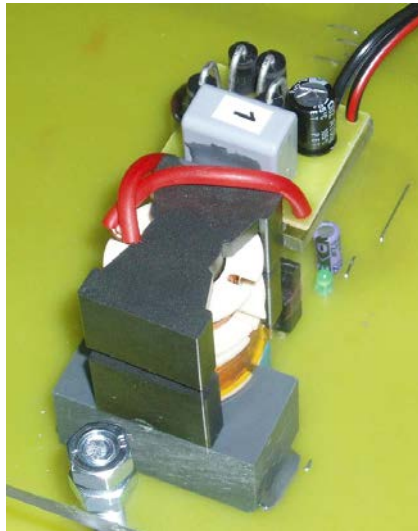
Wirkungsgrade reichen von 80% (@ 100 Vac & Vout = 15V) bis 85% (@ 230 Vac & 24 V) für 5 mm Abstand zwischen den Drosseln

Kleinerer Abstand => höherer Kopplungsfaktor => höhere Effizienz

Dies ermöglicht z.B. das Laden von verschiedenen Applikationen in einem primären Bauteil desselben Herstellers. Dabei spielt es keine Rolle, wie hoch die Leistungsaufnahme des sekundären Bauteiles ist. Ein weiterer, wichtiger Vorteil dieses Konzeptes ist zudem die Erkennung des Ladezustandes des Akkumulators. Wenn der Akku voll ist, kann das primäre Bauteil, je nach Einstellung, in eine Erhaltungsladung wechseln oder das Laden des Verbrauchers einstellen. Zudem erkennt die Ladestation, ob ein sekundäres Bauteil eingelegt ist oder nicht. Hiermit werden, auch in Hinblick auf verschärfte Normen wie DOE* oder das von der EU vorgeschlagene TIER2017*, geringe Stand-by Verluste erzielt, beziehungsweise der Energieverbrauch wird stark eingeschränkt.



Beispiel: Induktive bzw. kontaktlose Aufladung für bis zu 3 Verbraucher



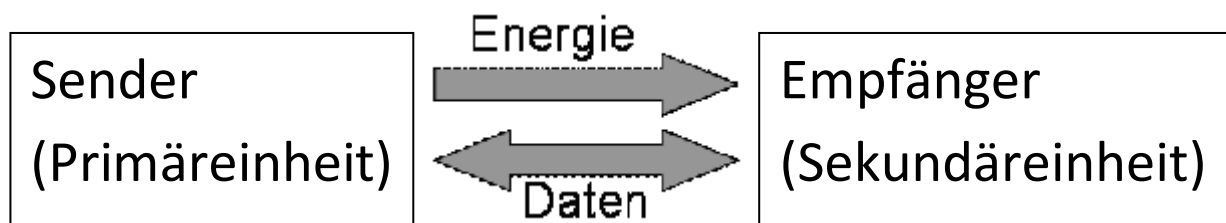
„Pick Up Core“ für die sekundäre Einheit.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das zweistufige Konzept im Gegensatz zum Qi-Standard erhebliche Vorteile nicht nur im Bereich der Energieeffizienz, sondern auch in der Anwendungsfreundlichkeit für den Benutzer und Kostenvorteile bei der Herstellung bringt. Die Tendenz weltweit geht im Moment stark in Richtung zweistufiges Konzept, so dass davon auszugehen ist, dass sich hier ein neuer Industriestandard etabliert.

Induktive Datenübertragung

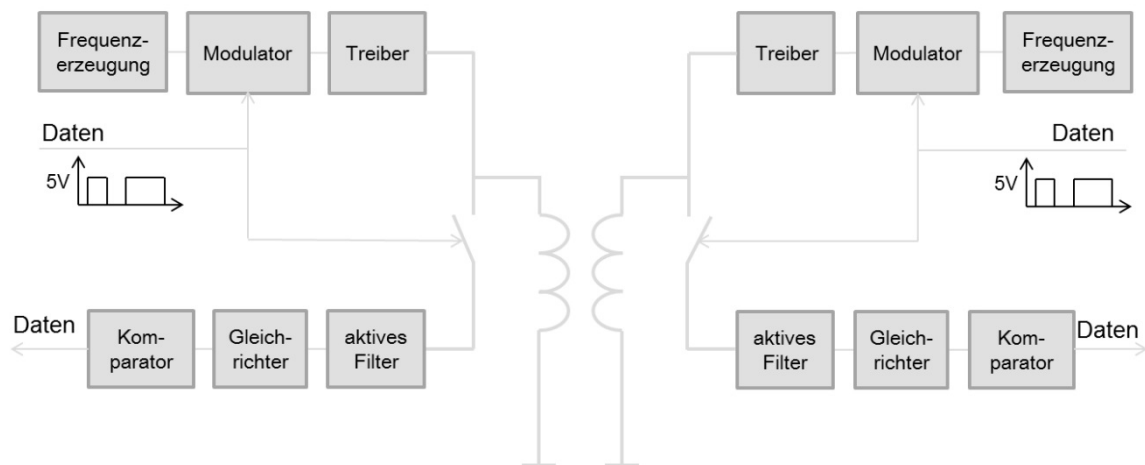
Bei der induktiven Datenübertragung können mit Hilfe der elektromagnetischen Induktion Nachrichtensignale in beide Richtungen sowie eventuell benötigte Energie von der stationären Einheit zur primären Einheit gemeinsam und kontaktlos übertragen werden.

Sehr häufig wird nicht nur die kontaktlose Energieübertragung isoliert von der Anwendung benötigt, sondern auch eine Datenübertragung, um die Vorteile der geschlossenen Gehäuse voll ausnutzen zu können.



Schematische Darstellung: Energieübertragung von der primären Einheit (Sender) in Richtung sekundärer Einheit (Empfänger). Datenübertragung erfolgt in beide Richtungen mit bis zu 500 Kilobit/Sekunde

Die Signalübertragung von der primären Einheit zur sekundären Einheit erfolgt im einfachsten Falle durch Ein- und Ausschalten eines zweiten hochfrequenten Magnetfeldes, was einer Amplitudenmodulation entspricht. Hierdurch wird eine elektrische Spannung in der Spule des jeweiligen Empfängers induziert, die über eine Diode gleichgerichtet wird. Die Signalübertragung erfolgt so in beide Richtungen.



Bildunterschrift: In der Abbildung ist der asymmetrische Aufbau der RxTx Einheit skizziert.

Dabei sind die Vorteile hier wie bei der induktiven Ladung die gleichen. Staub-, Wasser- und Gasschutz erlaubt den Einsatz auch in gefährlichen und unfreundlichen Umgebungen. Datenübertragungsraten von bis zu 500 Kilobit/Sekunde sind möglich.

Der Datenaustausch zwischen primärem und sekundärem Bauteil bietet viele Möglichkeiten. Nicht nur der Akkutyp der mobilen Applikation wird dadurch erkannt und der Ladezustand dem jeweiligen Typ angepasst, sondern auch die Ladestromreglung kann automatisch angepasst werden, so dass ein Ladegerät in der Lage ist, verschiedenste Akkutypen (z.B. LiO, NiMH, usw...) mit unterschiedlicher Anzahl der Zellen optimal zu laden.

Auch die Erkennung der mobilen Applikation und Firmware Updates sind schnell und zuverlässig möglich. So kann ein Primärbauteil verschiedenste sekundäre Applikationen nicht nur erkennen sondern auch typgerecht schonend laden.

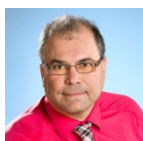
Fußnoten:

*CEC=California Energy Commission, ein Energiestandard der Kalifornischen Energiekommission für Ladegeräte

*ErP=Energy-related Products, die Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG, 1275/2008 für den Stand-by-Verluste: derzeit <500

*DOE=Department of Energy, ein Standard des US-Amerikanischen Energieministeriums zur Energieeffizienzsteigerung, gültig ab Februar 2016

*TIER2017=Eine EU-Norm zur Energiereduktion die ab 2017 gilt



Dipl. Ing. Armin Wegener

studierte Elektrotechnik an der RWTH Aachen. Nach den beruflichen Stationen Philips Forschungslabor Aachen u. Briarcliff Manor (NY), robbe GmbH Industrietechnik und Ascom Frako begann er 1995 bei FRIWO als Leiter der Vorentwicklung. Seit 2002 leitet er die Entwicklungsabteilung an den Standorten Ostbevern und Shenzhen.