

Drahtlose Energie- und Datenübertragung

P5 Disposition

Windisch, 30. November 2018



| | |
|---------------------|----------------------------------|
| Hochschule | Hochschule für Technik - FHNW |
| Studiengang | Elektro- und Informationstechnik |
| Autor | Adrian Annaheim und Simon Zoller |
| Betreuer | Schleuniger Pascal |
| Auftraggeber | |
| Version | 1.0 |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Grundlagen | 2 |
| 2.1 | Grundlagen zur Energieübertragung | 2 |
| 2.2 | Grundlagen zur Datenübertragung | 2 |
| 3 | Energieübertragung | 5 |
| 3.1 | Konzept | 5 |
| 3.2 | Dimensionierung | 5 |
| 3.3 | Simulation | 5 |
| 3.4 | Testaufbau | 5 |
| 4 | Datenübertragung | 6 |
| 4.1 | Konzept | 6 |
| 4.2 | Dimensionierung | 6 |
| 4.3 | Simulation | 6 |
| 4.4 | Testaufbau | 6 |
| 5 | Validierung | 7 |
| 5.1 | Validierung Energieübertragung | 7 |
| 5.2 | Validierung Datenübertragung | 7 |
| 6 | Fazit | 8 |

1 Einleitung

In der Einleitung wird die Problemstellung geklärt und die Einbettung im Gesamtsystem erläutert. Dem Leser wird der Aufbau des Berichts erklärt.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Grundlagen erklärt, welche nötig sind um den Bericht zu verstehen.

2.1 Grundlagen zur Energieübertragung

In diesem Unterkapitel werden die Grundlagen zur Energieübertragung erläutert. Im wesentlichen beinhaltet dies folgende Themen:

Flyback

Kopplungsfaktor

Transformator Ersatzschaltbild

2.2 Grundlagen zur Datenübertragung

In diesem Unterkapitel werden die Grundlagen zur Datenübertragung erläutert. Im wesentlichen beinhaltet dies folgende Themen:

VARAN-Bus

Der VARAN-Bus ist ein Echtzeit-Bussystem für die industrielle Automatisierung. Der Bus ist ein offener, herstellerunabhängiger Standard. Er verbindet Anlagen, Maschinen und Komponenten in der modernen Industrie. Das Bussystem arbeitet nach dem Manager-/Client-Prinzip. Weil der Manager die Kommunikation initialisiert, sind Paketkollisionen ausgeschlossen. Die Übertragungsschicht basiert auf dem Ethernet-Standard nach IEEE 802.3. Die verwendete 100TX Standard Ethernet Technologie erlaubt eine maximale Übertragungsgeschwindigkeit von 100MBit pro Sekunde.

Ethernet

Ethernet ermöglicht den kabelgebundenen Datenaustausch in Form von Datenframes zwischen Geräten in einem lokalen Netz. Dabei gibt es verschiedene Standards für unterschiedliche Übertragungsraten. Der 100Base-TX Standard (Fast Ethernet) des VARAN-Bus erlaubt eine maximale Datenrate von 100MBit/s. Statt der Manchesterkodierung wie beim 10MBit/s-Ethernet, wird der effizientere 4B5B-Code eingesetzt. Dadurch wird eine Taktrückgewinnung aus dem Signal möglich. Durch eine zusätzliche MLT-3 Kodierung wird der Gleichspannungsanteil entfernt.

4B5B-Code:

Der Leitungscode 4B5B bildet vier Nutzdatenbits auf fünf Codebits ab. Dadurch erhöht sich die codierte Bitrate um 25%. Beim verwendeten Ethernet-Standard beträgt die codierte Symbolrate somit 125MBit/s. Bei der Abbildung auf fünf Codebits werden lange '0' oder '1'-Folgen vermieden. Dadurch wird die Taktrückgewinnung aus dem Signal verbessert.

MLT-3-Code:

Multilevel Transmission Encoding (MLT-3) ist ein Leitungscode mit drei Spannungspegeln. Diese werden mit den Symbolen (+,0,-) bezeichnet. Bei einer logischen '1' ändert sich der Spannungspegel nach der fixen Folge [0,+,0,-]. Wird eine logische '0' übertragen, ändert sich der Zustand der Leitung nicht.

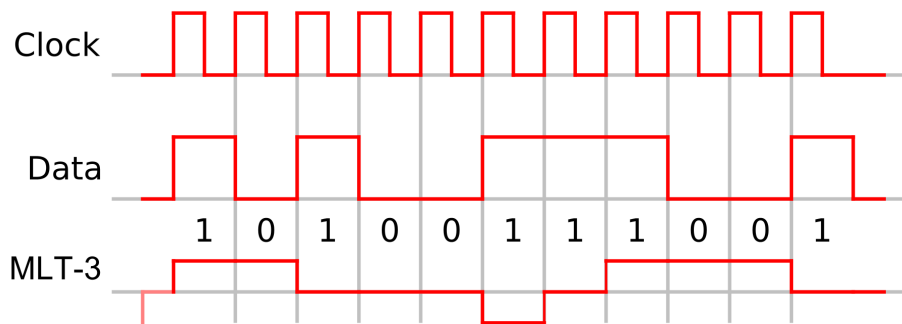


Abbildung 2.1: MLT-3 codierte Datenfolge

In einer Übertragungsschwingung werden 4 Bit übertragen. Damit reduziert sich die eigentliche Übertragungsfrequenz auf einen Viertel der Symbolrate. Die maximale Übertragungsfrequenz auf der Leitung beträgt demnach:

$$f_{max} = \frac{Symbolrate}{4Bit} = \frac{125Mbit/s}{4Bit} = 31.25MHz \quad (2.1)$$

Photodioden-Verstärker

Photodioden sind Halbleiter-Dioden, die auftreffende Photonen in einen elektrischen Strom umwandeln. Folgende Abbildung zeigt die typische U-I-Kennlinie einer Photodiode. Da im dritten

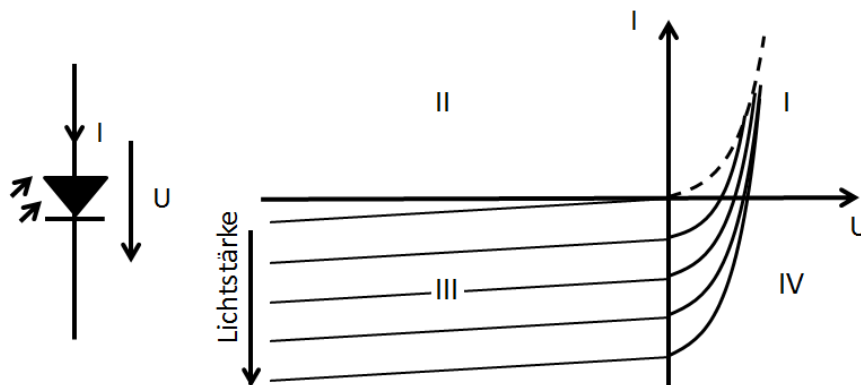


Abbildung 2.2: typische Kennlinie einer Photodiode

Quadranten ein linearer Zusammenhang zwischen Lichtstärke und Photostrom erkennbar ist, eignet sich dieser Bereich für Sensoranwendungen und in unserem Fall auch Signalübertragungen. Eine reale Photodiode besteht aus einer idealen Diode und einer parallel geschalteten Stromquelle. Der Strom ist abhängig von der Lichtstärke. Ein hochohmiger Widerstand stellt den Dunkelstrom der Photodiode dar. Die parasitäre Kapazität hängt primär von der Geometrie der Diode ab.

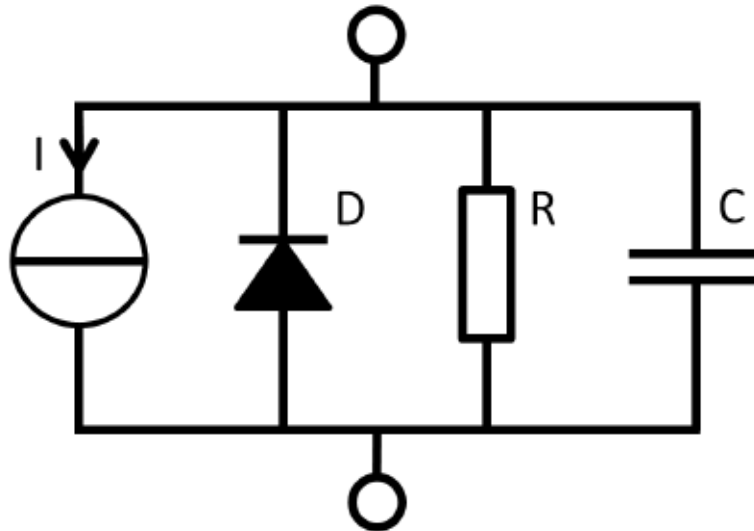


Abbildung 2.3: Ersatzschaltbild einer Photodiode

Für eine erfolgreiche Dimensionierung einer Schaltung, sind diese Parameter des Ersatzschaltbildes unbedingt zu beachten.

Der Photostrom liegt meist im Nanoampere-Bereich und muss entsprechend verstärkt werden. Mit Hilfe eines Photodioden-Verstärkers wird der Photostrom in eine proportionale Spannung gewandelt. Meist werden dafür Transimpedanzverstärkerschaltungen eingesetzt.

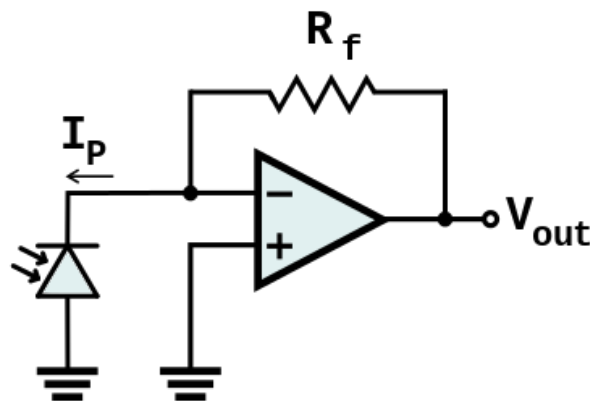


Abbildung 2.4: Transimpedanzverstärker

Da die Eingänge des Verstärkers hochimpedant sind, fließt der Photostrom I_p nur durch den Rückkopplungswiderstand R_f . Am Ausgang des Verstärkers stellt sich eine positive Spannung proportional zum Strom I_p ein. Die Ausgangsspannung beträgt:

$$V_{out} = R_f \cdot I_p \quad (2.2)$$

Aus der Formel 2.2 ist leicht ersichtlich, dass R_f dem Verstärkungsfaktor der Transimpedanzverstärkerschaltung entspricht.

3 Energieübertragung

In diesem Kapitel wird auf das Konzept, die Dimensionierung, die Simulation und den Testaufbau der Energieübertragung eingegangen.

3.1 Konzept

Im Gesamtkonzept wird die Schaltung und deren Komponenten erklärt.

3.2 Dimensionierung

In diesem Abschnitt wird die Auslegung der Spule und der Halbleiterelemente erklärt. Für die Dimensionierung der Spule wird die Simulation in femm für den Kopplungsfaktor betrachtet.

3.3 Simulation

Die Simulation der Schaltung sowie die erhaltenen Erkenntnisse aus der Simulation werden beschrieben.

3.4 Testaufbau

Der Testaufbau der Schaltung wird betrachtet.

4 Datenübertragung

In diesem Teil wird die Datenübertragung detailliert beschrieben.

4.1 Konzept

Das Konzept beschreibt den gewählten Lösungsansatz.

4.2 Dimensionierung

Hier wird auf die Dimensionierung der Schaltung eingegangen.

4.3 Simulation

Im Simulations-Abschnitt wird die Dimensionierung und das Konzept überprüft.

4.4 Testaufbau

In diesem Unterkapitel wird der Testaufbau beschrieben.

5 Validierung

In diesem Kapitel werden die Messungen der Testaufbauten betrachtet und mit den Zielen und der Simulation verglichen.

5.1 Validierung Energieübertragung

Zur Energieübertragung wird der Kopplungsfaktor und die zu übertragene Leistung validiert. Auch der erreichte Wirkungsgrad wird betrachtet.

5.2 Validierung Datenübertragung

Bei der Datenübertragung wird die maximal erreichte Frequenz, sowie die Distanz validiert.

6 Fazit

In diesem Kapitel wird das Erreichte beschrieben. Es wird erklärt, welche Schlüsse gezogen wurden und mit welcher Ausgangslage das Projekt 6 gestartet werden könnte.