

Technische Hinweise zur Konstantspannungs- und Konstantleistungsversorgung von IR-Emittern

Einleitung und Grundlagen

Der technische Einsatz von IR-Emittern (siehe Abb. 1) setzt besonders in der Gasanalyse, eine kontrollierte Strahlungsleistung, und damit eine kontrollierte elektrische Versorgung, voraus. Dies ergibt sich direkt aus der Temperaturabhängigkeit des Emissionsspektrums (siehe Abb. 2) in Zusammenhang mit der Abhängigkeit der Membrantemperatur von der Eingangsleistung (siehe Abb. 3). Jegliche Kalibrierung von NDIR (non-dispersive infrared) Gassensoren basiert auf einer bekannten Strahlungsleistung – die dementsprechend entweder zwischen Kalibrierung und Messungen konstant sein muss, oder separat kontinuierlich gemessen werden müsste.



Abb. 1: Micro-Hybrid IR-Emitter mit NAC-Chip und Kappe, JSIR 350-4

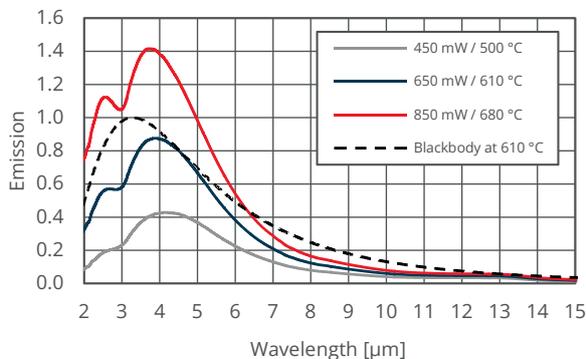


Abb. 2: Emissionsspektren des JSIR 350-4 für verschiedene Membrantemperaturen

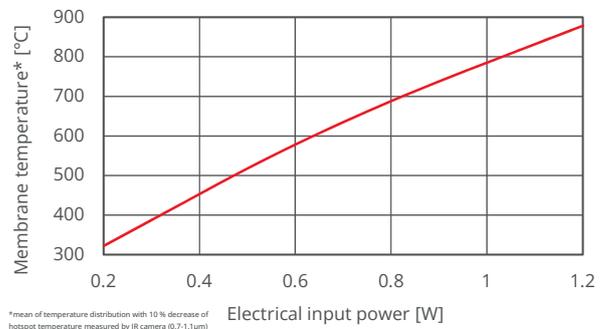


Abb. 3: Chiptemperatur in Abhängigkeit von der Eingangsleistung, JSIR 350-4, open

Zusätzlich zur rein messtechnischen Notwendigkeit gibt es weitere Aspekte, die die genaue Kontrolle der Membrantemperatur nahelegen. Zum einen muss die optische Ausgangsleistung gegen die erwartete Lebensdauer (siehe Abb. 4) abgewogen werden, zum anderen erfordert die Abgabe der maximalen Strahlungsleistung eine möglichst präzise Steuerung der Membran-Temperatur knapp unterhalb der Zerstörungsschwelle.

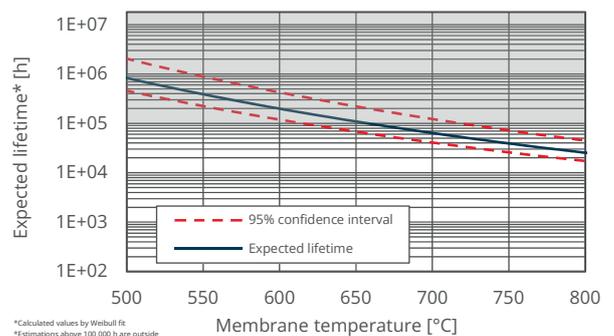


Abb. 4: erwartete Lebensdauer in Abhängigkeit von der Membrantemperatur, JSIR 350-4

Die elektrische Eingangsleistung (Gleichung 1) lässt sich leicht entweder direkt aus Versorgungsspannung U und Strom I, oder unter Zuhilfenahme des Ohmschen Gesetzes (Gleichung 2) mit Gleichung 3 aus Versorgungsspannung U und Widerstand R berechnen. Erschwerend kommt im letzteren Fall allerdings hinzu, dass der Membranwiderstand temperaturabhängig ist ($R=R(T)$), z.B. 500 ppm/K typ. für JSIR 350-4).

1. $P = U \times I$
2. $U = R \times I$
3. $P = \frac{U^2}{R}$

Der Heißwiderstand lässt sich aus dem Kaltwiderstand, der Membrantemperatur und dem Temperaturkoeffizienten wie folgt berechnen:

$$R_{\text{hot}} = R_{\text{cold}} \{1 + t_K(T_{\text{mem}} - T_{\text{amb}})\}$$

R_{hot}	Heißwiderstand
R_{cold}	Kaltwiderstand
t_K	Temperaturkoeffizient des Membranwiderstandes
T_{mem}	Membrantemperatur
T_{amb}	Umgebungstemperatur

How To – Elektrische Versorgung von IR-Emittern

Allgemein

Für die elektrische Versorgung eines IR-Emitters gibt es verschiedene Möglichkeiten. Hier diskutiert sind die wichtigsten Methoden, wie die einfachere Konstantspannungs-Versorgung („voltage mode“) und die aufwändigere Konstantleistungsversorgung („power mode“). Eine unregelte Versorgung ist nicht empfehlenswert und eine Konstantstromversorgung ist ähnlich der Konstantspannungsversorgung („voltage mode“) – mit allen Vor- und Nachteilen – erfordert jedoch zusätzlich noch einen Shunt Widerstand. Eine alternierende Versorgungsspannung zur Vermeidung von Elektromigration ist unabhängig von der Betriebsart zur deutlichen Steigerung der Lebensdauer eindeutig einer unipolaren Betriebsweise vorzuziehen.

Die Steuerung der Eingangsspannung kann mittels eines DC-to-DC Konverters erfolgen, oder durch eine PWM (pulse width modulation) Steuerung – solange die Pulsfrequenz hoch genug ist um Schwankungen der Strahlungsleistung ausreichend klein zu halten (siehe Abb. 5). Vor- und Nachteile einer Konstantspannungs- bzw. Konstantleistungsversorgung werden im Folgenden diskutiert.

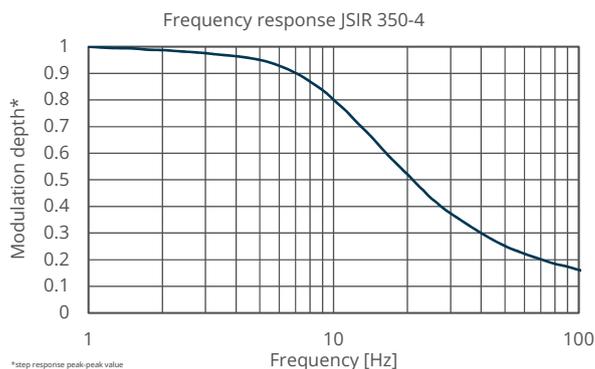


Abb. 5: Frequenzverhalten, JSIR 350-4

Konstantspannung

Der Aufbau einer Konstantspannungsversorgung ist einfacher und kompakter als der einer Konstantleistungsversorgung. Nachteilig ist die Änderung des Widerstands mit der Temperatur (s.o.), welche eine Änderung der elektrischen Eingangsleistung beim Aufheizen der Membran bewirkt. Da der elektrische Widerstand der Membran mit steigender Membrantemperatur zunimmt (500 ppm/K typ. für JSIR 350-4, s.o.), nimmt die Eingangsleistung bei Konstantspannung nach Gleichung 3 entsprechend während des Aufheizens ab.

Das führt dazu, dass entweder die während des Aufheizens erhöhte Eingangsleistung den Emitter überfordern kann, oder die Leistung nach Erreichen der Endtemperatur kleiner als möglich ist. Im ersten Fall wird die Lebensdauer des Emitters reduziert, im zweiten Fall kann das Potenzial des Emitters nicht vollständig ausgeschöpft werden. Auch führt eine alterungsbedingte Änderung des Membranwiderstands zu einer Änderung der Eingangs- und damit Strahlungsleistung, was nachteilig für die langfristige Messgenauigkeit von Gassensoren ist. Zusätzlich zu diesen Nachteilen können fertigungsbedingte Schwankungen des Heisswiderstands zwischen verschiedenen Emittlern (Verteilung über die Emitter Wafer, Wafer Batch bedingte Streuungen) problematisch in der Serienfertigung der Gassensorsysteme sein, wenn die Konstantspannung nicht dem betreffenden Widerstand angepasst werden kann.

Konstantleistung

Eine Konstantleistungsversorgung ist wegen der notwendigen Multiplikation der Eingangssignale deutlich aufwändiger im Aufbau (siehe Abb. 6). Der eigentlich naheliegende Einsatz von analogen Multiplikatoren ist im Allgemeinen wegen der höheren Anforderungen an Linearität und Rauschverhalten („Fehler werden multipliziert“) deutlich teurer als die Verwendung von einfachen Operationsverstärkern. Im Normalfall ist deshalb der Einsatz von Mikrocontrollern (Abb. 6) günstiger, der zusätzliche Aufwand für die Programmierung muss hier aber ebenfalls berücksichtigt werden.

Eine Konstantleistungsversorgung bringt große Vorteile im Betrieb von Emittlern. Die konstante Eingangsleistung vermeidet Überlastungen der Membran während des Aufheizens, gleichzeitig kann nach Erreichen der Endtemperatur die präzise gesteuerte maximale Strahlungsleistung (abhängig von der gewünschten Lebensdauer) abgegeben werden. Die Strahlungsleistung ist langfristig stabil, entsprechend kann eine optimale Messgenauigkeit über die Lebensdauer eines Gassensors erreicht werden. Fertigungsbedingte Schwankungen des Widerstands zwischen verschiedenen Emittlern werden automatisch ausgeglichen und sind deshalb unproblematisch in der Serienfertigung – die optische Ausgangsleistung verschiedener Emittler sollte als konstant angesehen werden können.

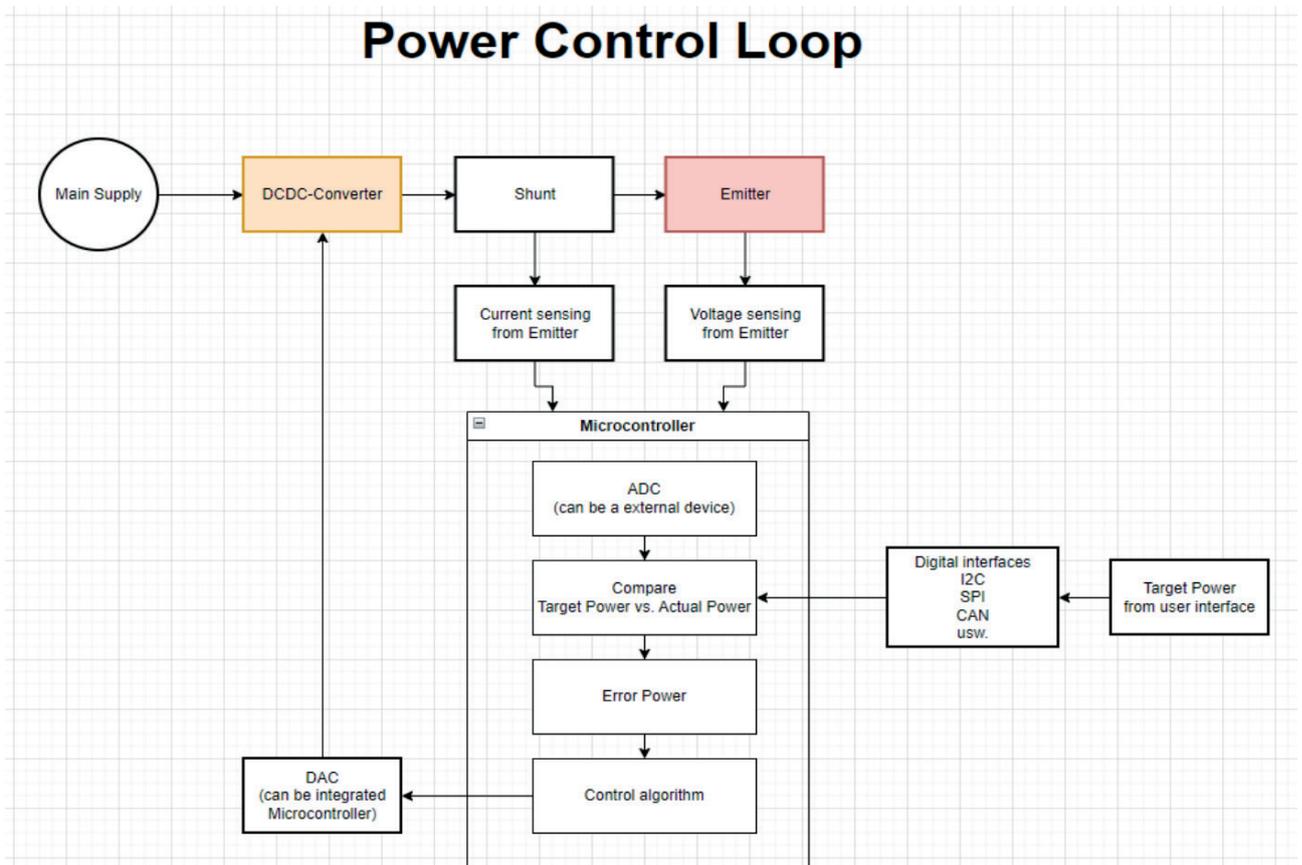


Abb. 6: Blockschaltbild Konstantleistung

Weiterführende Ressourcen

Jede Messanwendung hat ihre eigenen Herausforderungen und individuellen technischen Ansprüche. Für tiefergehende Fragen und technische Produktberatungen stehen Ihnen unsere Kolleg:innen aus dem **Team Sales** gern zur Verfügung.



Dipl.-Ing. (FH)

Patrick Sachse
Senior Product Manager

—
T +49 36601 592 159
sales@microhybrid.com



Dipl.-Ing. (FH)

Elke Döpel
Internal Sales

—
T +49 36601 592 263
sales@microhybrid.com

All rights reserved. All information in this document are based on latest knowledge, results of practical experience and tests carried out. Earlier specifications are hereby invalid. All specifications – technical included – are subject to change without notice. It is the customer's responsibility to ensure that the performance of the product is suitable for customer's specific application. No liability is accepted for indirect damage, in particular for the use or inability to use the product. Any liability we may have is limited to the value of the product itself.