

Analoge Ansteuerung 0...+10V

1. Umfang

Dieser Standard beschreibt die Ansteuerung von Anlagen mithilfe einer analogen Steuerspannung. Er ist vorzugsweise für die Lichtsteuerung (Controller und Dimmer) vorgesehen, jedoch können auch beliebige andere Geräte, die durch eine Lichtsteueranlage angesteuert werden können, diesen Standard nutzen (z.B. Stroboskope, Nebelmaschinen u.s.w.). Einige 0...10V ansteuerbare Geräte, wie beispielsweise dimmbare Elektronische Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen, erfordern Controller, die einen Steuerstrom ziehen. Controller, die dieser Spezifikation entsprechen, sind jedoch solche, die einen Steuerstrom abgeben. Sie können derartige Geräte also nicht unmittelbar ansteuern, bedürfen dazu einer entsprechenden Modifikation oder eines Interfaces, z.B. einer Stromspiegelschaltung.

2. Geschichtliches

Bevor es analoge und digitale Multiplex-Systeme auf dem Markt gab, wurde die Lichtsteuerung durch "einen Draht pro Dimmer" erledigt. Jeder Dimmer hatte eine eigene Steuerleitung (bzw. Aderpaar). Die Ausgangsspannung des Dimmers war proportional zu dem Signal auf der Steuerleitung. Es gab Systeme, die eine Steuerspannung erforderten, die phasensynchron zur Dimmer-Ausgangswechselfrequenz war; einige Systeme nutzten hohe Steuerspannungen, andere kleine Steuergleichspannungen.

Die Sicherheit und Flexibilität der Systeme mit geringer Steuergleichspannung machten sie zu den bevorzugten Steuersystemen. Viele verschiedene Systeme fanden Verwendung: 0...10V, 0...15V, 0...30V. In den meisten Fällen entsprach die Steuerspannung 0V einem "aus" am Ausgang. Auch negative Steuerspannungen wurden verwendet: 0...-10V, 0...-15V, 0...-28V. Auch hier bedeutete zumeist 0V ein "aus".

Im Laufe der Zeit etablierte sich das 0...+10V System als das meistgebräuchlichste. Die 0...+10V Ansteuerung nicht nur für Lichtsteuerung, sondern auch zur Motorsteuerung, in der Industrieautomation und in Musikbereich angewendet. Viele A/D- und D/A-Converter haben eine 0...10V Standardeinstellung. Die 0...10V Steuerung kann leicht in Prozent umgerechnet werden (eine Null hinzufügen). Sie kann leicht mit OpAmps und Konsumer-Schaltungen erstellt werden. Sie ist klein genug, um elektrisch sicher, und ist groß genug, um hinreichend störfest zu sein.

3. Zweck

Der Zweck dieses Werksstandards ist es, die im Hause SOUNDLIGHT verwendete 0...10V Lichtsteuerung zu dokumentieren und Spezifikationen für Neuentwicklungen bereitzustellen.

4. Anwendungsbereich

Diese Spezifikation ist vorgesehen zur Verwendung bei

- Systemdesignern, die sicherstellen wollen, dass das von ihnen spezifizierte Equipment einem Industriestandard entspricht;
- Herstellern, die ihren Geräteschnittstellen einen Industriestandard zugrunde legen wollen;
- Lichttechnikern, die analoge Steuersysteme verstehen und warten wollen.

Die Anwendung dieses Standards ist freiwillig. Ziel ist es, die Basis an Steuergeräten, Dimmern und anderem Gerät zu vergrößern, die so miteinander kommunizieren können.

5. Terminologie und Anwendung

1. Allgemeines

Diese Spezifikation verlangt kein spezielles Verhalten. Die hier vorgestellten Richtlinien beschreiben typische Anwendungen der 0...10V Ansteuerung.

2. "Null"

Wenn ein Controller einen Pegel von "Null" sendet, soll er seine minimale Steuerspannung am Ausgang anliegen haben. (siehe 6.1.1.) Wenn ein Dimmer oder ein anderes Empfangsgerät einen "Null"-Pegel erkennt, sollte sein Ausgangssignal auf dem Minimum sein. Bei einer Bewegungssteuerung sollte der Empfänger auf eine Endposition fahren. Bei einer Geschwindigkeitssteuerung, sollte die Geschwindigkeit (oder Taktrate) minimal oder Null sein.

Diese Spezifikation definiert keinen Minimalpegel, keine Extremposition oder minimale Taktrate. Diese Parameter sind gerätespezifisch und können von Modell zu Modell variieren.

Bitte beachten Sie: wenn Sie einen Controller ausschalten oder vom Empfänger trennen, werden 0V zum Empfänger gesandt. Anders herum betrachtet, sollte das bei getrennter Verbindung "empfangene" Signal stets ein "Null"-Signal sein. Die "Null"-Position eines Empfängers sollte also stets eine sichere Position sein.

3. "Voll"

Wenn ein Controller einen Pegel von "Voll" sendet, soll er seine maximale Steuerspannung am Ausgang anliegen haben. (siehe 6.1.1.) Wenn ein Dimmer oder ein anderes Empfangsgerät einen "Voll"-Pegel erkennt, sollte sein Ausgangssignal auf dem Maximum sein. Bei einer Bewegungssteuerung sollte der Empfänger auf die Endposition fahren, die gegenüber der "Null"-Position ist. Bei einer Geschwindigkeitssteuerung, sollte die Geschwindigkeit (oder Taktrate) maximal sein.

Diese Spezifikation definiert keinen Maximalpegel, keine Extremposition oder maximale Taktrate.

4. Skala

Die 0...10V Ansteuerung soll möglichst linear verlaufen (im Gegensatz zu einer logarithmischen Steuerung), der Verlauf soll jedoch in jedem Falle monoton sein.

Generell soll 0% durch eine Spannung nahe 0V, 50% durch eine Spannung nahe 5V und 100% durch eine Spannung nahe 10V repräsentiert werden. Da diese Spezifikation kein besonderes Verhalten zwischen "Null" und "Voll" fordert, ist keine Gewähr gegeben, dass die angegebenen Spannungen erreicht werden.

Das Verhalten eines Empfängers soll in der Gerätedokumentation beschrieben werden. Die Dokumentation kann in jedem geeigneten Format, wie z.B. Tabelle oder Kurve, erfolgen.

6. Elektrische Spezifikationen

1. Sender

Analoge 0...10V Controller sind häufig im unteren Preissegment anzutreffen. Die Festlegung der Toleranzen trägt dem Rechnung.

1. Amplitude

Das Ausgangssignal eines Controllers soll eine stabile Gleichspannung sein. Bei konstanter Einstellung soll die Ausgangsspannung um nicht mehr als +/-20mV variieren. Das Ausgangssignal darf sich insgesamt zwischen 0V und 10V bewegen. 0 entsprechen "voll aus" und 10V entsprechen "voll ein". Die Ausgangsspannung soll, auf die gemeinsame Masse bezogen, nie *kleiner als -0,5V* oder *größer als maximal +12V* sein.

Um Fertigungstoleranzen ausgleichen zu können, dürfen die Werte für die minimale und maximale Steuerspannung entsprechend der folgenden Tabelle variieren:

	Controller	
Bedingung:	Minimum:	Maximum:
Steuerausgang bei 0%, Lastwiderstand 47 kOhm	-0,5V	+0,1V
Steuerausgang bei 100%, Lastwiderstand 22 kOhm	+9,8V	+12V

Wenn die minimale oder maximale Ausgangsspannung am Controller einstellbar ist, dann sollen die Herstellerspezifikation den Einstellbereich angeben. Controller sollten stets für einen Ausgangsspannungsbereich von 0...+10V voreingestellt ausgeliefert werden.

2. Ausgangsimpedanz, Ausgangsstrom

Controller oder Ausgangsstufen sollen über eine niedrige Ausgangsimpedanz verfügen, um Spannungsveränderungen durch Laständerung gering zu halten. Passive Controller mit nicht gepufferten Ausgängen sollen Potentiometer mit

einem Widerstandswert von 10kOhm oder weniger verwenden. Aktive Controller mit gepufferten Ausgängen müssen eine Quellimpedanz von 100 Ohm oder weniger haben und mindestens 2mA abgeben können, ohne unter 10V zu fallen. Die Stromsenken- Impedanz eines Controllers oder einer Ausgangsstufe darf auch bei abgeschalteter Versorgungsspannung 50kOhm nicht unterschreiten. Je mehr Strom ein Controller liefern kann, desto mehr Dimmer kann er treiben (mehr ist besser). Die Herstellerspezifikationen sollten beide Angaben enthalten: den maximal lieferbaren Strom und die geringste Lastimpedanz, bei der eine Ausgangsspannung von 10,0V aufrechterhalten werden kann.

3. Diodenschutz

Controller und Ausgangsstufen können optional mit einer Abblockdiode (oder einer gleichwertigen Schaltung) versehen werden, sodass jeder Ausgang gegenüber einer Spannung, die größer als seine Ausgangsspannung ist, eine Impedanz von 50kOhm oder mehr zeigt (offener Ausgang). Die Gerätefunktion muss vom Vorhandensein einer solchen höheren Spannung unbeeinflusst sein. Die Diode bzw. die eingesetzte Schaltung muss Spannungen von 30V oder mehr abblocken können.

Abblockdioden erlauben das parallele Zusammenschalten mehrerer Controller oder Ausgänge zur gleichzeitigen Steuerung eines Dimmers. Der jeweilige Controller mit der höheren Ausgangsspannung übernimmt jeweils die Steuerung des Dimmers (HTP).

Der Einsatz von Abblockdioden kann dazu führen, dass am unteren Ende eine "tote Zone" entsteht, wenn die Durchlassspannung der Diode nicht kompensiert wird.

2. Empfänger

1. Amplitude

Der Dimmer, oder allgemein, das Empfangsgerät, sollte bei einer Steuerspannung unter 0,2V einen akzeptablen minimalen Ausgangspegel (Position, Geschwindigkeit, u.s.w.) erzeugen. Bei einem Steuersignal über 9,8V sollte der maximale Ausgangspegel (Position, Geschwindigkeit, u.s.w.) erreicht werden.

Einige Dimmer erhöhen ihre Ausgangsspannung, sobald die Steuerspannung 0,0V verlässt. Da Steuergeräte als Minimalwert bis zu 0,1V senden dürfen, und da Störspannungen diesen Wert erhöhen können, wird empfohlen, die Geräte so justieren, dass die minimale Ausgangsspannung bei einem Eingangssignal von 0,2V erreicht wird.

Es wird empfohlen, dass Empfänger, die nur zwischen "ein" und "aus" schalten, eine Hysterese verwenden. So könnte beispielsweise das Einschalten bei 60% und das Ausschalten bei 40% erfolgen. Hierbei würde ein Gerät erst dann einschalten, wenn die Steuerspannung 6V erreicht, und erst wieder ausschalten, wenn die Steuerspannung unter 4V fällt.

Es wird empfohlen, dass Geräte mit variablem Ausgang, die jedoch einen absoluten "aus"-Zustand erkennen müssen (z.B. Lüfter, Nebelgeräte im Standby-Modus), ein Steuersignal unter 0,5V als "aus" interpretieren.

Dies ist der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Eingangs-Steuerspannung:	Aktion:
-0,5V ... 0,2V	Empfänger sollte auf minimalem Ausgangspegel verbleiben
0,2V ... 9,8V	Empfänger sollte zwischen min. und max. Ausgang variieren
9,8V.... 30V	Empfänger sollte auf maximalem Ausgangspegel verbleiben

Wenn die minimale oder maximale Eingangsspannung am Empfänger einstellbar ist, dann sollen die Herstellerspezifikation den Einstellbereich angeben. Empfänger sollten für einen Eingangsspannungsbereich von 0...+10V voreingestellt ausgeliefert werden.

2. Eingangsimpedanz

Die Eingangsimpedanz eines Dimmers oder anderen Empfängers soll min. 47 kOhm +/-20% betragen, gemessen zwischen Signaleingang und gemeinsamer

Masse. Die Eingangsimpedanz darf bei ausgeschaltetem Gerät nicht unter 10kOhm (+/- 20%) fallen.

3. EingangsfILTER

Analoge 0...10V Steuersignale werden auf unsymmetrischen Steuerleitungen übertragen. Diese können hochfrequente Störspannungen (HF) und niederfrequente Störspannungen (Brumm) auffangen. Empfänger müssen über eine ausreichende Eingangsfilterung verfügen, um Einflüsse von - und Brummstörungen auf das Verhalten des Empfängers zu unterbinden.

3. Steuerkennlinie

Die angegebenen Kennwerte beschreiben ein Toleranzfeld für die Ansteuerkennlinie, das wie folgt dargestellt werden kann:

Die maximale zulässige Absenkung in der Bereichsmittle (50%) beträgt 10%. Die mögliche Überhöhung am Bereichsende trägt einer zusätzlichen Vorspannung für Diodenentkopplung Rechnung. Die typische SLH Regelkennlinie für analoge Kleinpulte ist gelb eingetragen.

4. Kurzschlusschutz

Geräte nach dieser Spezifikation dürfen nicht durch Kurzschlüsse zwischen den verschiedenen Pins des Steuersteckverbinders beschädigt werden. Der Schutz kann durch Serienwiderstände, strombegrenzte Ausgangsverstärker oder entsprechende Maßnahmen erfolgen.

5. Netztrennung

Das Steuersignal ist als SELV Kleinspannung auszuführen und gegen Netzspannung mit einer Spannungsfestigkeit von min. 2500V AC zu isolieren. Entsprechende Sicherheitsrichtlinien oder Vorschriften in einzelnen Ländern können andere Spannungswerte erfordern.

Bedingt durch die Type des verwendeten Signalsteckverbinders kann (z.B. bei XLR-Verbindungen) die 0V-Leitung mit Schutzleiterpotential verbunden sein. Auch kann eine niedrige Impedanz gegen Schutzleiter zur Erfüllung von EMV-Anforderungen hinzugefügt werden. Beim Aufbau von Anlagen mit analoger 0...10V Ansteuerung ist daher in jedem Falle auf Schutzleiter-Potentialausgleich zwischen allen verwendeten Komponenten zu achten.

7. Verkabelung

Anders als bei digitalen oder analogen Multiplex-Systemen kann bei analoger 0...10V Ansteuerung nahezu jede Kabeltype als Steuerleitung zum Einsatz kommen. Es wird jedoch empfohlen, ausschließlich geschirmte mehradrige Steuerleitungen (LIYCY) zu verwenden.

1. Kabellänge

Die maximale Länge der Steuerleitung hängt vom Leitungsquerschnitt und der Gesamt-Empfängerimpedanz ab. Das hauptsächliche Augenmerk gilt dem Gleichstromwiderstand der Adern.

1. Steuerkanal-Leiter

Die einzelnen Steueradern sollten einen Gleichstromwiderstand haben, der den Spannungsabfall auf der Ader unter 0,1V hält. Für eine Lastimpedanz von min. 5kOhm ergibt sich damit folgende Tabelle:

Ader-Durchmesser (qmm):	Länge (Meter) bis etwa:
0,08	110
0,14	200
0,25	350
0,5	700

2. Gemeinsamer Rückleiter

Der gemeinsame Rückleiter (Masse) muss die Ströme aller Kanäle aufnehmen. Um auch hier den Spannungsabfall unter 0,1V zu halten, muss daher der Querschnitt mit der Anzahl der Dimmer multipliziert werden. Gegebenenfalls

können mehrere Adern parallel verwendet werden, um den Gleichstromwiderstand der Masseleitung zu senken. Die Verwendung des Schirmgeflechtes als gemeinsame Masserückleitung sichert im Allgemeinen einen hinreichend großen Querschnitt für alle Signaladern. Es wird daher empfohlen, die Schirmung als (zusätzliche) Masserückleitung zu verwenden.

8. Steckverbinder

1. Type und Belegung der Steckverbinder ist von der eingesetzten Type abhängig. Sofern möglich, sollen Dimmer oder Empfänger Stift-Steckverbinder (male) benutzen, Controller sollen Buchsen-Steckverbinder (female) benutzen. In Fällen, in denen Steckverbinder nicht in beiden Varianten verfügbar sind, wird derselbe Stecker bei Controllern und Dimmern verwendet. Dies ist beispielsweise bei 8-Pin DIN Steckern gegeben.
2. An den Pins des Controller- oder Empfänger-Steckverbinders sollen keine Spannungen über 30V anstehen. Versorgungsspannungs-Pins sollten strombegrenzt sein.
3. Die Pinbelegung aller Steuersteckverbinder sollte auf dem Gerät angegeben sein. Wenn eine Stromversorgung erforderlich ist, dann sollte die erforderliche Spannung, der Strom und die Polung angegeben sein. Beispiel:
Pin Nr = Kanalnummer
Pin 24 = 12V / 100 mA
Pin 25 = Masse
4. Wenn es möglich ist und nicht mit bestehenden Herstellernormen kollidiert, sollte die Pinbelegung so ausgeführt sein, dass die Pinnummer der Kanalnummer entspricht und der Pin mit der höchsten Nummer mit Masse belegt ist.