

Somit stehen alle benötigten Daten zur Auswahl des Antriebs zur Verfügung. Außerdem wurde sichergestellt das das Verhältnis der Massenträgheitsmomente im günstigen Bereich liegt.

Es wird ein Motor mit folgenden Kenndaten gesucht:

- $n > 3600$ [1/min]
- $M > 0.674$ [Nm]
- $J \sim 15^{-6}$ [kgm²]
- High End Resolver
- Bürstenlos
- Syncromotor

Die Motoren der Y – Serie von Allen Bradley verfügen über diese Eigenschaften. Die Marktrecherche über die Antriebssysteme hatte zudem ergeben, dass dieser Hersteller einer der günstigeren ist, bei dem man aber sicher auf lebenslangen Support setzen kann. Weitere Peripheriegeräte die sich optimal mit der Steuerung verbinden lassen begünstigen die Entscheidung den Antrieb Allen Bradley – Y – 2006 – 1 einzusetzen.

7.4 Servoregler für translatorische und rotatorische Antriebe

Nachdem die Auslegung der Antriebe abgeschlossen war und somit die Kennwerte hinsichtlich Leistung und Dynamik feststanden, wurden die passenden Antriebsverstärker ausgewählt. Grundlage dafür sollten die von Allen Bradley angebotenen ULTRA 3000 Antriebsverstärker werden. Aus Kostengründen wurde dabei ein System gewählt, welches über einen integrierten Positionsregler und digitale E/A's verfügt.

Somit konnte zur Ansteuerung der Antriebsverstärker eine günstige Ausgabebaugruppe in die Steuerung integriert werden. Die Befehle werden dann von



Abbildung 54 : ULTRA 3000

einem Byte digitaler Ausgänge der Steuerung, über ein entsprechend angelegtes Bitmuster, an die digitalen Eingänge des Antriebsverstärker übertragen. In dem Antriebsverstärker wurden vorher die unterschiedlichen Positionen, Beschleunigungs,- und Verzögerungswerte sowie Umdrehungszahlen und weitere Informationen über die gewünschte Bewegung abgelegt. Dieser Betriebsmodus heißt Indexing und ermöglicht in jedem Antriebsverstärker bis zu 64 unterschiedliche Positionen abzuspeichern. Diese mögliche Anzahl von 64 unterschiedlichen Positionen ist ausreichend um den Schweißprozess zu handhaben. Den Antriebsverstärker ULTRA 3000 gibt es in unterschiedlichen Leistungsklassen. Somit wird unter Berücksichtigung der maximal auftretenden Antriebsströme der passende Antriebsverstärker ausgewählt.

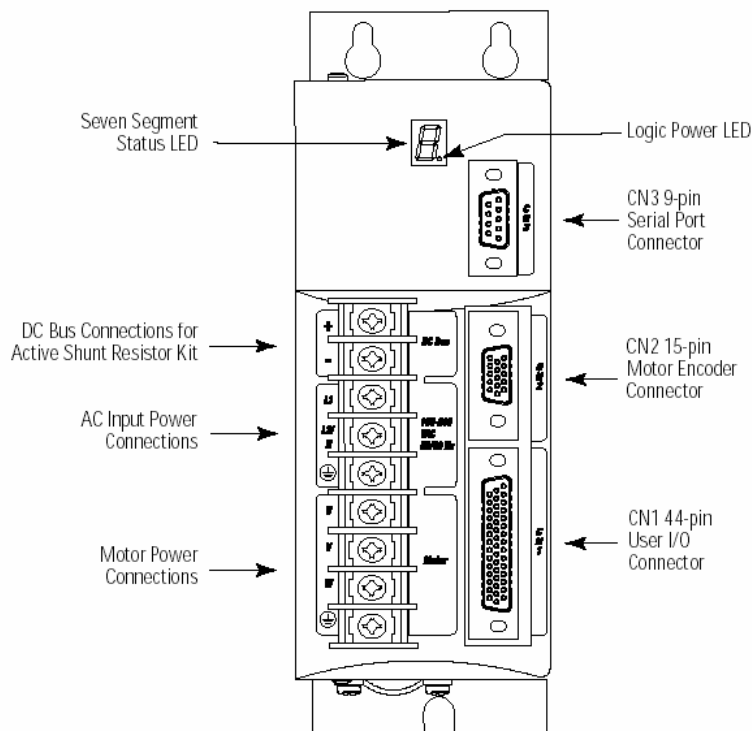


Abbildung 55 : Anschlüsse des ULTRA 3000 Antriebsverstärkers

Die eingesetzten Antriebsverstärker mit 5 bzw. 10 Ampere verfügen über dasselbe elektrische Anschlussbild und dieselbe Baugröße. Beide Antriebsverstärker wurden mit derselben Software konfiguriert, wobei die E/A Belegung der Antriebsverstärker auch die gleiche ist. Der elektrische Anschluss an die Antriebe, das Netz und die Steuerung sind ebenfalls gleich. Aus diesem Grund wird im folgenden nur ein

Antriebsverstärker beschrieben, wobei auf die verbleibenden Unterschiede hingewiesen wird.

Als Zubehör des ULTRA 3000 Antriebsverstärkers wurden angeschafft

- Breakoutboard zur Übersichtlichen Verdrahtung
- Motorkabel 3x1.5mm² - 3 Meter lang
- Motor Feedbackkabel – 3 Meter lang
- Servoantriebe der Y – Serie
- RS232 Kabel zur Konfiguration des ULTRA 5000
- Empfohlene Netzfilter
- Konfigurationssoftware (Ultraware)

Im folgenden wird an einem Blockschaltbild der Anschluss des Antriebes an den Antriebsverstärker verdeutlicht.

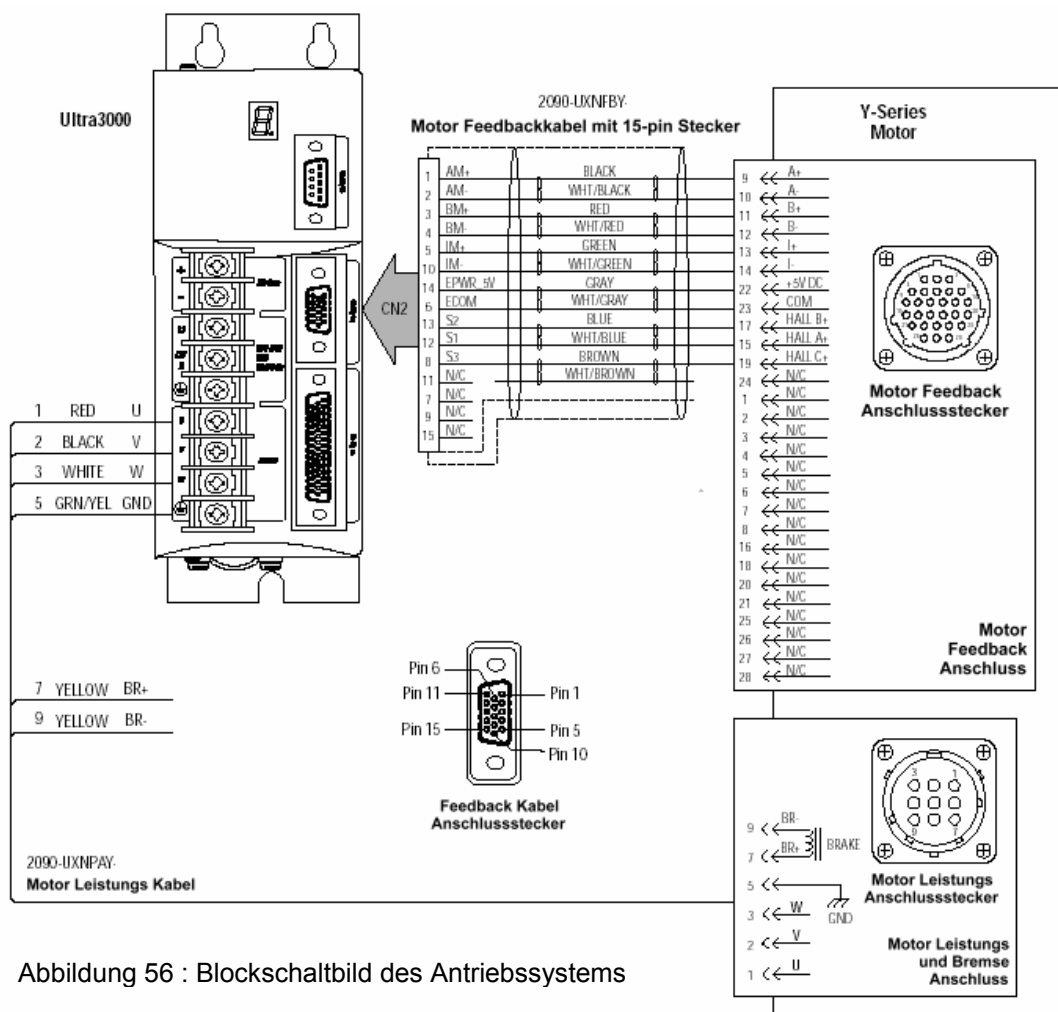


Abbildung 56 : Blockschaltbild des Antriebssystems

Aus dem Blockschaltbild in Abbildung 56 wird der Anschluss des Servo Motors an den Antriebsverstärker verdeutlicht. Der beschaffte Motor verfügt über einen Resolver und keine Bremse. Somit sind an dem Motor 2 Kabel angeschlossen, zum einen das Leistungskabel über das die benötigten Ströme vom Antriebsverstärker bereitgestellt werden und zum anderen das Feedback Kabel über das der Motor die Ist-Position an den Antriebsverstärker zurück gibt. Somit hat der Antriebsverstärker die Möglichkeit, die Position des Motors zu regeln.

Der Antriebsverstärker erhält von der Steuerung die nötigen Impulse zum Ansteuern des Motors. Dafür werden die 8 digitalen Eingänge und 4 digitalen Ausgänge des Antriebsverstärkers mit entsprechend 8 digitalen Ausgängen und 4 digitalen Eingängen über eine Steuerleitung elektrisch verbunden. Dies wird in dem Stromlaufplan verdeutlicht. Diese einfache digitale Verbindungsart ermöglicht eine günstige Inbetriebnahme der Servoachse, wobei zugleich eine hohe Funktionalität zur Verfügung steht.

Der Anschluss an das Stromversorgungsnetz erfolgt, wie schon erwähnt, über entsprechend dimensionierte Netzfilter um die elektromagnetische Verträglichkeit der automatischen Schweißeinrichtung zu gewährleisten.

Mit der Konfigurationssoftware können die Funktionen der digitalen E/A's der Antriebsverstärker eingestellt werden. Des Weiteren werden allgemeine Einstellungen, etwa die Parametrierung des Reglers oder systembedingte Eigenschaften wie Homing Routinen, Motortypen oder Position Limits durchgeführt. Die Einstellungen der beiden Antriebsverstärker ist in Anhang E dokumentiert.

8. WIG – Schweißstromquelle

8.1 Grundlegendes zum WIG - Schweißen

Ursprünglich wurde zwischen zwei nicht abschmelzenden Wolframelektroden unter Wasserstoff ein Lichtbogen gezogen und damit geschweißt. Dieses Verfahren wurde als Arcatom - Schweißen, dessen Erfinder 1924 der Physiker Lanmuir war, bekannt. Etwa um 1940 begann man in den USA unter Verwendung von Helium das, dort kostengünstig ist, mit einer Wolframelektrode zu schweißen. Daher spricht man in den USA heute nur noch von "Heliarc" – Schweißen.

Es gibt kein anderes Schweißverfahren, das bezüglich der Verwendbarkeit bei verschiedenen Werkstoffen vergleichbar wäre. Es garantiert die höchstmögliche Schweißqualität, die erreichbar ist. Obwohl das WIG – Schweißen für fast alle Schweißaufgaben geeignet ist, wird die Anwendung durch Wirtschaftlichkeitsfragen eingegrenzt. Vor allem die langsamere Schweißgeschwindigkeit und die geringe Abschmelzleistung sind dafür maßgebend.

WIG = Wolfram-Inert-Gas

Beim WIG - Schweißen erwärmt und schmilzt eine nicht abschmelzende Elektrode den Werkstoff auf. Der elektrische Lichtbogen brennt zwischen Elektrode und dem Werkstück. Das Schmelzbad und die Elektrode werden von einem durch die Gasdüse fließenden Schutzgas geschützt. Die Elektrode ist mittig in der Gasdüse angebracht. Als Schutzgase werden Argon, Helium oder Mischungen aus diesen Gasen verwendet.

Die Zündung des Lichtbogens erfolgt in der Regel kontaktlos. Hochfrequente Hochspannungsimpulse erleichtern dabei durch die Ionisierung der Luft in der Nähe der Funkenstrecke den Zündvorgang.

Die meisten Metalle werden mit Gleichstrom (DC) verschweißt, nur Aluminium wird in der Regel mit Wechselstrom verschweißt.

Weitere Vorteile des WIG - Schweißen sind.

- Vielseitiges Verfahren
- Einsetzbar für viele Materialarten
- In allen Schweißpositionen anwendbar
- Konzentrierter stabiler Lichtbogen
- Hohe Qualität des Schweißgutes
- Glatte und ebene Naht
- Keine Spritzer
- Keine Schlackenbildung
- Schweißen ohne Zusatzwerkstoff möglich
- Hohe Schweißgeschwindigkeit bei Materialdicken unter 4 mm

Der einzige wirkliche Nachteil der WIG Schweißung ist die geringe Wirtschaftlichkeit bei Materialdicken unter 4 mm.

Die Stromquelle für das WIG Schweißen hat eine stark fallende Stromquellencharakteristik, das heißt, der Schweißstrom bleibt bei Veränderungen von der Lichtbogenlänge konstant. Es sollte möglich sein, die Stromquelle während des Schweißens über eine Fernbedienung zu steuern. Die Stromquelle sollte eine stufenlose Stromeinstellung haben und einen minimalen Strom von 3-5 Ampere bereitstellen können.

Das Prinzip der Stromquelle ist folgendermaßen. Die Netzspannung wird sofort nach dem Hauptschalter gleichgerichtet und anschließend von einer Transistorstufe zerhackt. Diese Transistorstufe oder auch Primärmodul arbeitet je nach Gerätetyp mit 25 bis 100 KHz, das bedeutet, der Schweißtransformator wird nicht mit 50 Hz versorgt, sondern mit bis zu 100.000 Hz. Eine wesentliche Verkleinerung des Trafos ist die Folge. Im selben Ausmaß wird die Ausgangswelligkeit des Schweißstromes verringert. Somit kann auch die Ausgangsdrossel kleiner konstruiert werden bzw. ganz entfallen. Nach dem Schweißtrafo wird die Spannung gleichgerichtet und über die Ausgangsdrossel an die Schweißbuchsen geführt.

WIG - Schweißen ist für alle schweißgeeigneten Metalle anwendbar. Der größte Anwendungsfall liegt beim Schweißen von nicht rostenden Stählen, sowie bei Aluminium und bei Nickellegierungen. Das Verfahren wird hauptsächlich beim Schweißen von Werkstoffen im Bereich von 0.3 – 4 mm angewandt. Bei dickerem Material schweißt man in einigen Fällen die Wurzelnaht mit WIG Verfahren während man für die Füllraupen andere leistungsfähige Verfahren wie das MIG/MAG oder UP-Schweißverfahren verwendet.

Beim Schweißen korrosionsbeständiger Werkstoffe, z.B. rostbeständiger Stähle, werden die erhitzten Nahtbereiche durch den Luftsauerstoff oxidiert und sind nicht mehr korrosionsbeständig. Durch Maßnahmen wie Bürsten, Schleifen, Strahlen oder Beizen könne diese Oxydschichten, auch Anlauffarben genannt, entfernt und die Korrosionsbeständigkeit wieder hergestellt werden. Eine andere Möglichkeit ist das Verhindern dieser Anlauffarben. Durch den Einsatz sogenannter Schutzgase wird der Sauerstoff der Luft von den erwärmten Nahtbereichen entfernt und somit eine Oxidation verhindert. Je nach Werkstoff und Gasart wird auch die Ausbildung der Schweißwurzel beeinflusst.

Zum WIG Schweißen dürfen nur Inerte Gase (chemisch nicht aktiv) verwendet werden. Hauptsächlich werden Argon, Helium oder Gemische dieser Gase verwendet.

Argon : meist verwendet, guter Lichtbogenträger, gute Zündeigenschaften, tiefer fingerförmiger Einbrand, bessere Reinigungszone als He, schmale Wärmeeinflusszone

Helium : Wärmeleitfähigkeit 9x besser als Ar, breiter tiefer Einbrand, speziell für AL-CU da teilweise Vorwärmen entfällt und schnelle Schweißgeschwindigkeit möglich ist, höhere Schweißspannung notwendig – unruhiger Lichtbogen, He ionisiert nicht die Luftstrecke daher mit Ar zünden und mit He schweißen.

Der Gasverbrauch richtet sich in der Regel nach Schweißposition, Gasdüsendurchmesser, Stromstärke und Gasart. in der Regel 5-15 l/min.

Wegen seines hohen Schmelzpunktes (3380°Celsius) wird Wolfram als Schweißspitze verwendet. Die Elektroden werden mit Hilfe des Sinterprozesses hergestellt. Sie können zur Verbesserung ihrer Eigenschaften mit oxydischen Zusätzen legiert sein.

Elektrodenarten	Kennfarben
W = Wolfram rein	Grün
WC 10 = 1 % Ceriert	Rosa
WC 20 = 2 % Ceriert	Grau
WT 10 = 1 % Thoriert	Gelb
WT 20 = 2 % Thoriert	Rot
WT 30 = 3 % Thoriert	Lila
WT 40 = 4 % Thoriert	Orange
WZ 8 = 0,8 % Zirkonisiert	Weiß
WT 10 = 1 % Lanthanisiert	Schwarz

Tabelle 13 : Elektrodenarten

Reinwolfram WP : geringe Gleichrichterwirkung, glatte, kugelförmige Elektrodenspitze, bei Gleichstrom Zündprobleme, geringe Belastbarkeit.

Mit Thoriumoxyd WT : mit steigendem Thoriumoxydanteil werden Zündeigenschaften, Standzeit und Strombelastbarkeit verbessert. Es besteht die Gefahr des Ausfransens bei Unterbelastung. Thorium ist leicht radioaktiv (Alpha Strahler).

Mit Cer-oxyd WC : Ähnliche Eigenschaften wie Thorium, doch nicht radioaktiv.

Mit Lanthanoxyd WL : höhere Standzeit als Thorium oder Ceroxyd, jedoch schlechtere Zündeigenschaften.

In dem Heizwendelschweißautomaten werden Elektroden vom Typ WT 20 verwendet. Der Durchmesser beträgt 1 mm und die Spitze wird unter einem Winkel von 15 – 20° angeschliffen.

8.2 Schweißstromquelle Rhem Invertig AC/DC 210 digital

Die eingesetzte Schweißstromquelle verfügt über hervorragende Schweißeigenschaften, bietet eine umfangreiche Funktionalität, diverse Parametrierungsmöglichkeiten und ist trotzdem sehr einfach in der Bedienung.

Die Bedienung der Stromquelle erfolgt über das in Abbildung 57 dargestellte Dialogsystem. Es besteht aus dem Dialogbildschirm, den Drucktastern und dem Drehknopf. Sämtliche Einstellungen der Schweißstromquelle können über das Dialogsystem in einfacher Weise geändert und kontrolliert werden.



Abbildung 57 : Bediensystem der Stromquelle

Der Dialogbildschirm zeigt über kleine Grafiken in der rechten Hälfte die Grundeinstellung des Gerätes an. Die Große Anzeige zeigt den eingestellten Strom und schaltet im Betrieb um auf die reale Stromhöhe. Das temporäre Menü für die Drucktaster rundet das Bedienkonzept ab und schafft Übersicht.

Die Schweißstromquelle hat eine Fernbedienbuchse in Form eines 17 poligen Industriesteckers an der Rückseite des Gerätes. Hier können diverse Funktionen zur Parametrierung und Überwachung des Gerätes über digitale und Analoge Signale abgerufen oder übertragen werden. Folgende Funktionen stehen über die Fernbedienbuchse zur Verfügung.

- Schweißstrom an / aus
- Abfrage des Ist - Schweißstromes
- Vorgabe Schweißstrom I1
- Vorgabe Schweißstrom I2
- Einbindung in Not - Aus Kreis
- Vorgabe der Pulszeit T1

- Vorgabe der Pulszeit T2
- Vorgabe der Stromabsenkzeit
- Strom fließt Meldung

Die digitalen Signale werden potentialgetrennt (24VDC) über Hilfsrelais an die speicherprogrammierbare Steuerung übertragen. Zur Aufbereitung der Analogen Signale (0 – 10VDC) wird eine spezielle Masse mitgeliefert. Die Schweißstromquelle verfügt des weiteren über diverse Einstellungsmöglichkeiten, die direkt am Bediensystem der Stromquelle vorgenommen werden können. Eine Übersicht über die vorgenommene Parametrierung finden sie in Kapitel 8.4.

Um das Schweißgerät optimal in die Vorrichtung integrieren zu können, wurden spezielle Automatenbrenner montiert. Diese zeichnen sich durch eine schlanke Bauform und fehlenden Bedienknöpfen aus. Ein Automatenbrenner ist in Abbildung 58 zu sehen.



Abbildung 58 : Automatenbrenner, ohne Bedienmöglichkeit

Die eingesetzte Masseleitung ist eine spezielle, hochflexible Leitung mit dem Querschnitt $1 \times 10\text{mm}^2$. Dieser Querschnitt ist nach Herstellerangaben für eine Leitungslänge von unter 5m ausreichend bis zu einem maximalen Schweißstrom von 80 Ampere.

8.3 Schweißprozess

Das besondere an dem Schweißprozess der hier bedient werden soll ist, dass es sich nur um eine Punktschweißung an zwei sehr kleinen Bauteilen handelt. So ist es nötig den Schweißstrom gering und über eine Zeit zu halten. Das Schweißgerät verfügt über die Eigenschaft, dass es den Schweißstrom schon ab drei Ampere sehr

konstant halten kann, Außerdem kann die Stromquelle den Schweißstrom in beliebig parametrierbaren Zeitrampen hoch oder runter zu fahren. Somit hat man die Möglichkeit, die Wärmeverteilung und Zufuhr in das Bauteil sehr genau zu steuern. Die Wärmeverteilung in dem Anschlussbolzen ist abhängig von seiner geometrischen Form. Das zu erwärmende Stück des Anschlussbolzens ist ein Zylinder von 3mm Stärke und 7 mm Länge. Der Brenner ist so positioniert, dass seine Nadel auf einen Quadranten des Zylinders zeigt, siehe Abbildung 59.

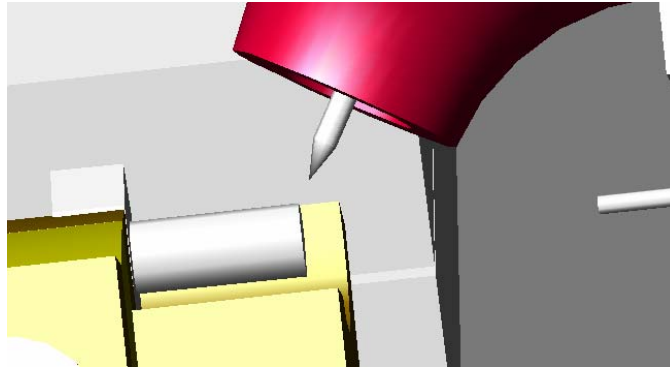


Abbildung 59 : Brennerposition

In der Abbildung 59 wird ersichtlich in welcher Position der Brenner zu dem erwärmenden Zylinder steht. Im Querschnitt bildet der Zylinder einen Kreis. Der Lichtbogen wird als erstes nach seiner Entstehung auf die Oberfläche des Zylinders oder die des Kreises gehen. Dort findet ein Wärmeaustausch statt. Die Wärme geht vom Lichtbogen auf den Zylinder über und dringt langsam in diesen ein. Nun wird, der Querschnitt des Zylinders, der Kreis, langsam mit Wärme befüllt. Dabei steigt in Abhängigkeit von der Füllhöhe der Energiebedarf denn umso weiter die Wärme in das Material vordringt, umso mehr Material gilt es zu erwärmen. Um trotz dieser Bauform bedingten Schwierigkeit die Stromzufuhr so zu steuern, dass das Bauteil Gleichmäßig, das heißt an allen benötigten Stellen zur gleichen Zeit anfängt zu schmelzen, bedienen wir uns der Rampenfunktion der Schweißstromquelle. Mit dieser Rampenfunktion hat man die Möglichkeit während der Stromanstiegszeit oder Stromabsenkezeit die Stromstärke in Abhängigkeit der voreingestellten Dauer zu regeln. Somit hat man die Möglichkeit, die Zufuhr der Wärmeenergie zu steuern.

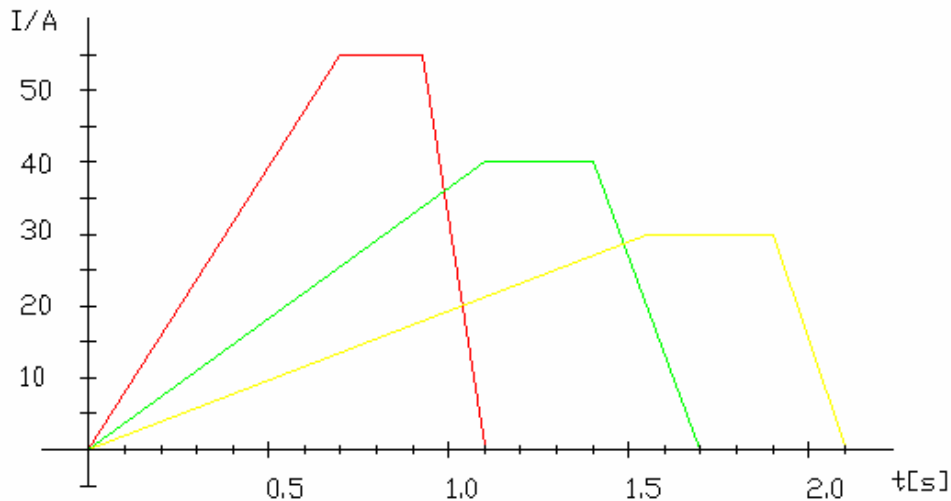


Abbildung 35 : Stromanstiegs- und Absenkezeit

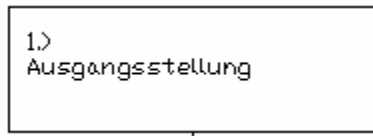
In dem abgebildeten Diagramm sind drei verschiedene Kurven dargestellt. Alle symbolisieren etwa dieselbe Energiezufuhr in unterschiedlichen Zeiträumen. Die rote Kurve hat eine kurze Stromanstiegszeit aber auch einen relativ hohen Endstrom. Die gelbe Kurve hat eine lange Stromanstiegszeit aber einen geringen Endstrom. Die zugeführte Menge an Wärmeenergie entspricht dem Flächeninhalt unter der Kurve. Der ist aufgrund der symmetrischen Verschiebung gleich.

Die vorgenommene Parametrierung der Schweißstromquelle ist im Anhang F zu finden.

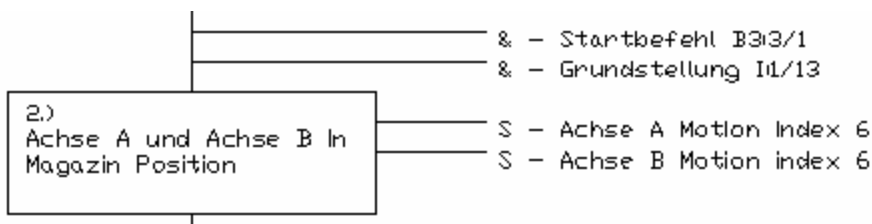
9. Die Schweißautomatik

9.1 Ablaufschritte des gesamten Schweißprozesses

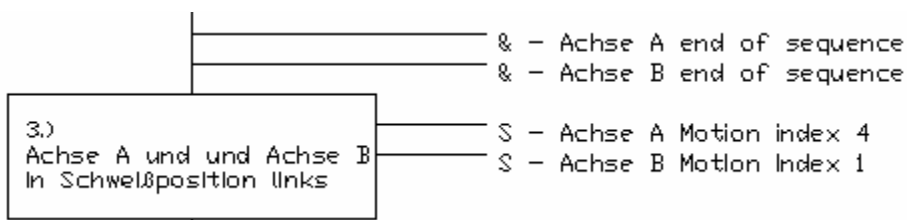
Die verschiedenen Ablaufschritte des Automaten werden in der nächsten Abbildung : Funktionsplan nach DIN 40719 T6 ersichtlich.



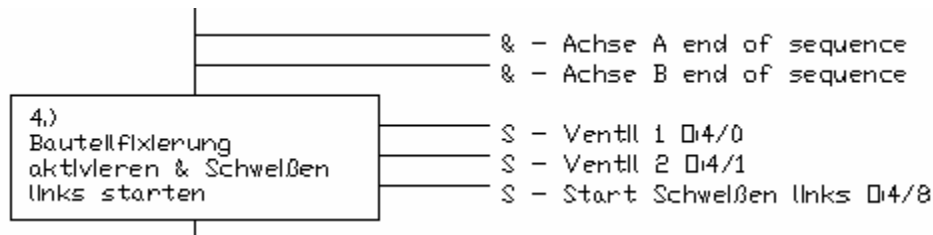
Ausgegangen wird dabei von der Ausgangsstellung, das heißt Antrieb A und B sind in Position 3.



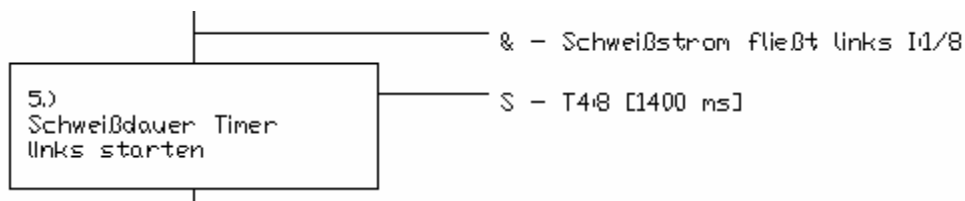
Nachdem die Eingangsbedingungen Startbefehl und Grundstellung (das heißt die Klappe des Automaten muss verschlossen sein) erfüllt sind, startet der Prozess. Achse A und B bekommen einen Impuls von der Steuerung in die Magazinposition zu fahren um sich dort die Bauteile abzuholen.



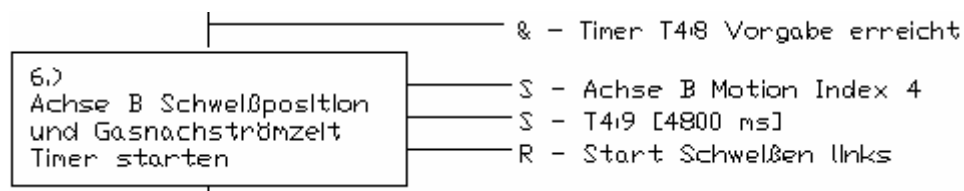
Nachdem die beiden Achsen ihre Routine abgeschlossen haben, - end of sequence - , bekommen die Antriebe den nächsten Befehl. Sie befördern dann die Bauteile in die Schweißposition um den linken Bolzen anzuschweißen.



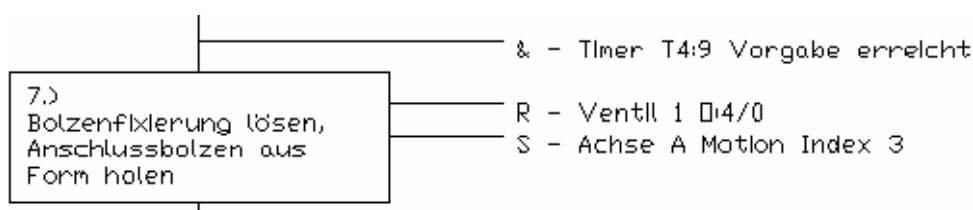
Nachdem die Achsen A und B wieder in Position sind, werden die Ventile betätigt um die pneumatischen Zylinder der Bauteilfixierung zu schließen. Außerdem wird der Startimpuls an das Schweißgerät übertragen.



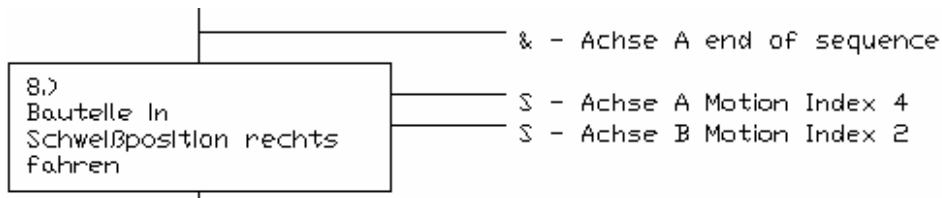
Jetzt sind die Bauteile in Position. Nachdem das Schweißgerät die Gasvorströmzeit und die Startphase abgeschlossen hat, fängt der Schweißstrom an zu fließen. Dies wird über einen Eingang an der Steuerung detektiert. Wenn dieser Impuls kommt, wird der Schweißtimer gestartet der die Zeit bestimmt wie lange der Schweißstrom fließt.



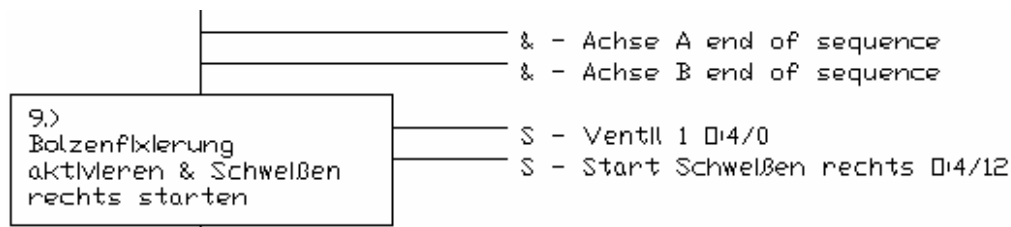
Wenn der Schweißtimer abgelaufen ist, dann bekommt der Antrieb B den Impuls den Heizwendel in den glühenden Anschlussbolzen einzutauchen. Außerdem wird ein Timer gestartet der die Gasnachströmzeit bestimmt und das Startsignal für die Stromquelle wird zurückgenommen.



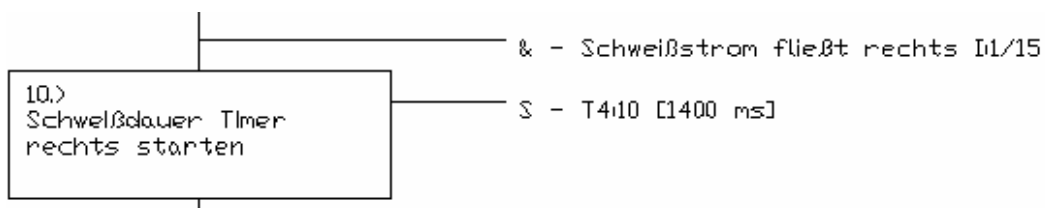
In Zustand 7 wird die Fixierung des Anschlussbolzens gelöst, dafür wird das Ventil 1 zurückgesetzt. Außerdem bekommt Achse A den Befehl etwas zu rotieren, damit Antrieb B den Heizwendel samt angeschweißten Anschlussbolzen aus der Form ziehen kann.



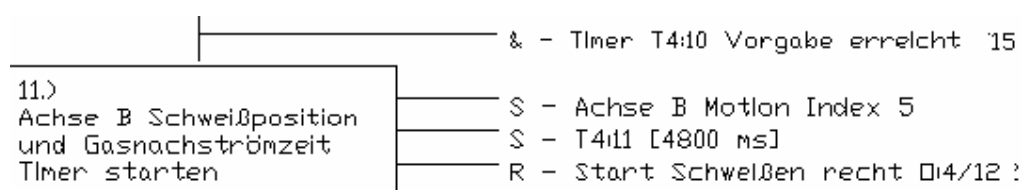
Wenn Achse A mit dem Bewegungslauf fertig ist, bekommen Achse A und B den Impuls in Schweißposition rechts zu fahren.



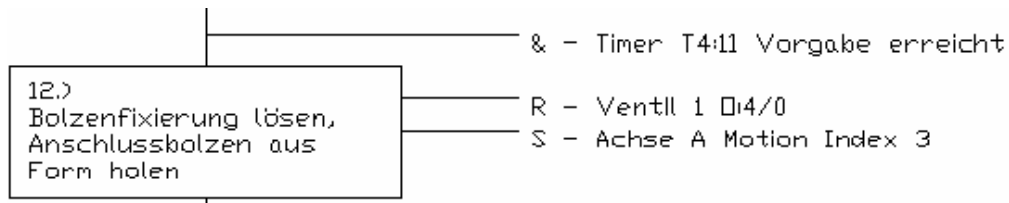
Wenn die Bauteile in der Schweißposition rechts eingetroffen sind, dann werden die Anschlussbolzen wieder fixiert in dem das Ventil 1 wieder betätigt wird und das zweite Schweißgerät bekommt den Impuls seinen Startvorgang einzuleiten.



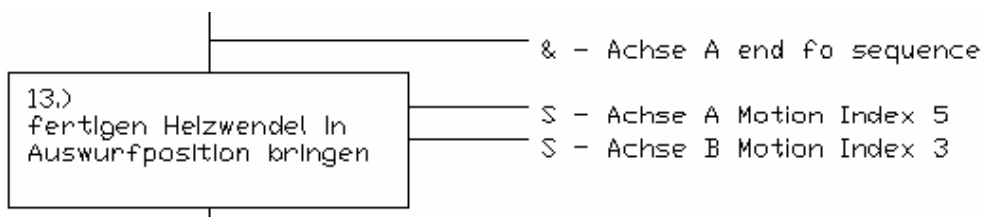
Wenn der Schweißstrom auf der rechten Seite der Heizwendel fließt, wird wieder ein Schweißtimer gestartet.



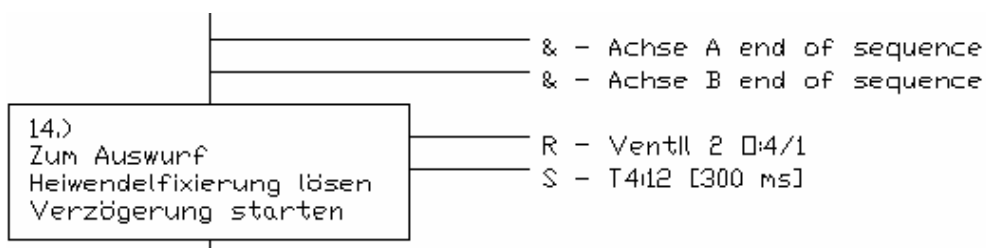
Nachdem die Schweißdauer abgelaufen ist, wird auch auf der rechten Seite der Heizwendel in die Schmelze getaucht. Der Gasnachströmtimer wird gestartet und das Startsignal für die Stromquelle wird zurückgenommen.



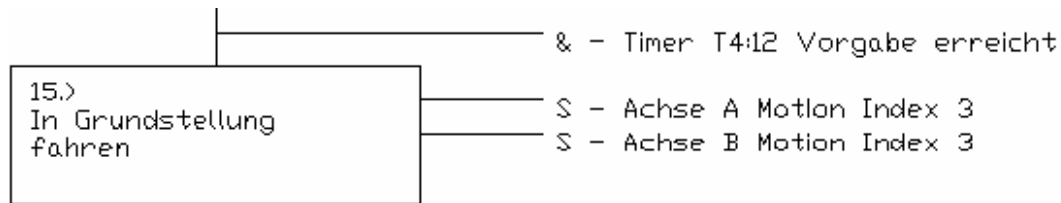
Nachdem die Gasnachströmzeit abgelaufen ist, wird die Bolzenfixierung wieder gelöst und der Antrieb A bekommt Impuls etwas zu rotieren, damit man den Heizwendel samt Anschlussbolzen herausziehen kann.



Wenn der Antrieb die Sequence erledigt hat, bekommen beide Antriebe den Impuls in die Auswurfposition zu fahren



Wenn die beiden Antriebe die Auswurfposition erreicht haben, wird das Ventil 2 zur Fixierung der Heizwendel zurückgesetzt. Da der Heizwendel in der Auswurfposition über Kopf hängt, wird er beim Lösen der Fixierung herausfallen. Um den Prozess etwas Zeit zu geben wird ein Timer auf 300 ms eingestellt.



Nachdem der Auswurftimer abgelaufen ist, bekommen die Antriebe Impuls in die Grundstellung zu fahren. Von dort aus kann der Prozess entweder manuell oder automatisch neu gestartet werden.

9.2 Sicherheitsvorkehrungen des Automaten

In dem Schweißautomaten sind zwei Gefahrenquellen vorhanden vor denen das Bedienungspersonal geschützt werden muss. Zum einem sind die Gefahren der automatischen Bewegungsabläufe vorhanden und zum anderen gibt es die Gefahren die von der Schweißstromquelle ausgehen.

Die Gefahrenabwehr in Bezug auf die automatischen Bewegungsabläufe, die Verletzungen in Form von Schnitt oder Risswunden hervorrufen können wurde, durch Abdecken und Abschränken der beweglichen Teile im Betrieb gelöst. Hierzu wurde eine Haube auf dem Automaten integriert, die einen Impuls auslöst der von der Steuerung erfasst wird, sobald die Haube geschlossen ist. Die Steuerung ist so programmiert, dass ein Schweißen nur möglich ist, wenn die Haube geschlossen ist.

Der Lichtbogen der Schweißstromquelle sendet während der Schweißung Strahlen im sichtbaren Bereich, sowie im ultravioletten Bereich und im infraroten Bereich aus. Die Ultrarotstrahlung kann Verbrennungen erzeugen. Der Bediener Des Automaten wird durch die Haube geschützt. Die ultravioletten Strahlen führen dagegen auf der unbedeckten Haut zu Sonnenbrand ähnlichen Rötungen und verursachen ferner das Verblitzen der Augen. Die Augen werden beim hineinschauen in den Automaten durch Schutzgläser nach DIN 4647 geschützt. Sie sind je nach Lichtdurchlässigkeit in Schutzstufen eingeteilt. Für das WIG - Schweißen werden Schutzstufen über neun empfohlen.

Die beim Schweißprozess entstehenden Rauchgase, bzw. das entstehende Ozon werden im Automaten mittels Schweißrauchgasabsaugung abgesaugt.

Ferner ist darauf zu achten, dass beim Anspitzen der Elektroden eine Atemschutzmaske aufgesetzt wird, damit die radioaktivhaltigen Stoffe nicht eingeatmet werden.

10. Zusammenfassung

Einer der bedeutendsten lokalen Arbeitgeber ist die CLAGE GmbH in Lüneburg, ein weltweit führender Hersteller von elektrischen Durchlauferhitzern. Eines der wichtigsten Bauelemente eines Durchlauferhitzers ist die elektrische Heizwendel. Da in einem Gerät bis zu sechs Heizwendeln eingesetzt werden ergibt sich ein jährlicher Bedarf von etwa 170.000 Heizwendeln.

Die Heizwendel besteht aus einem spiralförmigen, an den Enden abgewinkelten Draht, an dessen Enden zwei elektrische Anschlussbolzen angeschweißt werden. Diese Schweißarbeiten wurden bisher von Hand ausgeführt, was zu Problemen hinsichtlich Qualität, Personalverfügbarkeit sowie Taktzeit des Fertigungsprozesses führte.

Der erste Schritt dieser Arbeit war die Analyse des Fertigungsvorgangs Heizwendel sowie die Erarbeitung verschiedener automatischer Schweißvorrichtungen für die Heizwendel. Als Lösungsalternativen stellten sich dar.

- Trapezvorrichtung (beide Seiten zugleich verschweißen).
- Herstellen einer Verbindung durch Löten
- Revolversystem
- Widerstandsschweißen

Das Revolversystem stellte sich als die qualitativ beste, vom Aufwand her vertretbare und angesichts Taktzeiten und Auslastung als die richtigste Lösung dar. Im nächsten Schritt wurde eine Zeit- und Kostenplanung für die Entwicklung und Inbetriebnahme der automatischen Heizwendel - Schweißvorrichtung entworfen und von der Geschäftsleitung genehmigt.

Nachdem die grundsätzliche technische Funktionalität des Heizwendel - Schweißautomaten festgelegt und dessen Wirtschaftlichkeit abgeschätzt worden war und aus Kompatibilitätsgründen als Steuerung eine Allen Bradley SLC 5/05 festgelegt worden war, wurde eine Marktrecherche hinsichtlich der Servoantriebe sowie der Schweißstromquelle durchgeführt. In der wirtschaftlichsten Bewertung

erwiesen sich die diskret angesteuerten ULTRA – Antriebe von Allen Bradley als am günstigsten. Als Schweißstromquelle wurde das System Invertig 210 AC/DC Digital von der Firma Rheem ausgewählt. Dieses Gerät ist zwar vergleichsweise teuer aber aus Gründen der Standzeit hinsichtlich der Anzahl der Zündungen , der Gleichmäßigkeit der Konstantstromquelle und der vollen Automatenfähigkeit am besten.

Zur Entwicklung der Mechanik wurde zuerst ein 1 : 1 - Modell aufgebaut um die Funktion zu überprüfen. Aus diesem Modell konnten wichtige Daten (Massenträgheitsmomente, Reibkräfte, Taktzeiten) zur Auslegung der Antriebe und anderer Komponenten abgelesen werden. Basierend auf diesen experimentellen Untersuchungen wurden nach intensiven Marktrecherchen die mechanischen, elektrischen und pneumatischen, sowie die Schweißstromquellen beschafft.

Anschließend wurde die Mechanik aufgebaut, die Elektrik und Steuerungstechnik wurde verkabelt, programmiert und in Betrieb genommen. Bei der Inbetriebnahme ergab sich die Notwendigkeit zur Verbesserung verschiedener mechanischer Komponenten. So musste die Welle unterfüttert werden um Platz für den Auswurf zu gewinnen und es wurden stärkere Miniaturzylinder zur Fixierung der Heizwendelenden eingesetzt.

Nachdem die grundsätzliche Funktionsfähigkeit des Heizwendel - Schweißautomaten sichergestellt war, wurden die einzelnen Prozessparameter optimiert. Diese Prozessparameter umfasst die Servo Einstellung, Schweißparameter sowie den zeitlichen Ablauf des Schweißvorgangs beeinflussende Parameter.

Nach der sehr erfolgreichen Test - und Überwachungsphase wurde der Heizwendel Schweißautomat an die Produktion übergeben. Mittlerweile läuft diese automatische Produktionseinrichtung seit mehreren Monaten zur vollsten Zufriedenheit der Produktionsleitung. Die Ausschussquote beträgt 3 %. Diese ist weitgehend auf schlechte Vorarbeit zurückzuführen. Die Taktzeit beträgt 21 Sekunden im Vergleich zu 52 Sekunden bei verschweißen von Hand.

Insgesamt wurde ein kleiner aber wichtiger Beitrag zur Steigerung der Produktivität der CLAGE GmbH als einen der bedeutendsten Arbeitgeber in Lüneburg geleistet. Die gesammelten Erfahrungen organisatorischer und technischer Art werden in zukünftige Projekte einfließen und die Produktivität der CLAGE GmbH weiter steigern.

Aus technischer Sicht haben sich die ausgewählten Antriebskomponenten von Allen Bradley sowie die Schweißstromquelle außerordentlich gut bewährt. Auch die Funktion der selbst entwickelten Mechanik ist in vollen Umfang gegeben. Aus organisatorischer Sicht ist hervorzuheben, dass der Zeit - und Kostenplan voll eingehalten wurden.

11.Literaturverzeichnis

- [1] Weck, Manfred Werkzeugmaschinen Automatisierung von Maschinen Anlagen, 5 Auflage, Springer Verlag, 2001
- [2] Gerthsen, Vogel Physik, 17 Auflage, Springer Verlag, 1999
- [3] Böge Lexikon Technik, 1 Auflage, Vieweg Verlag, 1997
- [4] Lothar Papula Mathematische Formelsammlung, 4 Auflage, Vieweg Verlag, 1994
- [5] Dubbeln Tabellenbuch für den Maschinenbau, 19 Auflage, Springer Verlag, 1997
- [6] Hering, Stohrer Physik für Ingenieure, 6 Auflage, Springer Verlag, 1998
- [7] Willems, Blank Elektro- Fachkunde, 3 Auflage, Teubner Verlag, 1993
- [8] Vogeler Regelungstechnik, 1 Auflage, Vogel Verlag, 1996
- [9] Nurney, Vollmer Tabellenbuch Elektrotechnik, 15 Auflage, Europa, 1991
- [10] Meissner Moderne Schweißtechniken, 4 Auflage, Westermann Verlag, 1998
- [11] Strassmann Konstruktion von mechanischen Elementen, Vogel Verlag, 4 Auflage, 1998
- [12] Alphagetriebe Auslegung und Montage von Planetengetrieben, Ipgetriebe.pdf, Alphagetriebebau GmbH, 2001
- [13] Bosch Kugelgewindetriebe, Bosch, Kugelgewindetriebe.pdf, Bosch, 2000
- [14] Bosch Linearmodul, Bosch, RD1288CKK.pdf, Bosch 2001
- [15] Meyer Schaltschrankbau, 1 Auflage, Europa Verlag, 1994
- [16] Alfred Böge Formeln und Tabellen zur Technischen Mechanik, 17 Auflage, Vieweg Verlag, 1999
- [17] Moos, Waffender SPS Programmierung, 1 Auflage, Rowohlt Verlag, 1996
- [18] Nurney, Vollmer Formel für Elektrotechniker, 7 Auflage, Europa Verlag, 1995
- [19] Nurney, Vollmer Elektrotechnik, 20 Auflage, Europa Verlag, 1996
- [20] Kusch, Jung Mathematik Integralrechnung, 5 Auflage, Cornelsen Verlag, 1993
- [21] Kusch, Jung Mathematik Differentialrechnung, 1Auflage, Cornelsen Verlag, 1993