

NORGE

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 129285



**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

(51) Int. Cl. B 23 k 9/16

(52) Kl. 49h-9/16

(21) Patentsøknad nr. 5004/69

(22) Inngitt 18.12.1969

(23) Løpedag 18.12.1969

(41) Søknaden alment tilgjengelig fra 27.6.1970

(44) Søknaden utlagt og
utlegningsskrift utgitt 25.3.1974

(30) Prioritet begjært fra: 26.12.1968 USA,
nr. 787 120

-
- (71)(73) UNION CARBIDE CORPORATION,
270 Park Avenue, New York, N.Y. 10017, USA.
- (72) Eugene Francis Gorman, 4 Drumlin Drive, Morris Plains, N.J.,
John Kochis, 206 Allentown Road, Parsippany, N.J. og
George Kassotakis, 4 Woodcrest Court, South Weymouth,
Mass., alle: USA.
- (74) Bryns Patentkontor A/S
- (54) Anordning ved krets for sveising med
vekselstrømslysbue.

Foreliggende oppfinnelse angår en anordning ved krets for sveising med en vekselstrømslysbue mellom en elektrode og et arbeidsstykke som er omgitt av et beskyttende medium der elektrode og arbeidsstykke er koplet i serie med en serie LC-krets og vekselstrømkilde med sinusformet spenning som i ubelastet tilstand ligger vesentlig under den gjentenningspenning som er nødvendig for å opprettholde ledning mellom elektrode og arbeidsstykke i de momenter da strømmen har null-gjennomgang.

Sveising med vekselstrøm er særlig fordelaktig ved anvendelse der det er nødvendig med rensing av overflaten av metall som skal sveises. Slike metaller er f.eks. aluminium, magnesium og

Kfr.kl. 49h-9/06

129285

legeringer fra disse metaller. En ildfast oksydfilm danner seg forholdsvis hurtig på overflaten av disse metaller og hindrer sammen-smeltning. I løpet av den første halvperiode av vekselstrømmen, når elektroden er positiv i forhold til arbeidsstykket, flyter elektronene fra arbeidsstykket til elektroden og de bryter da ned oksydlaget og etterlater seg en ren overflate for den neste halvperiode av sveisestrømmen. En forutsetning er imidlertid da at buen brenner i begge halvperioder. Imidlertid slukner buen periodisk ved hver null-gjennomgang, og for å sikre at buen tenner igjen også ved begynnelsen av den neste halvperiode når elektroden er positiv i forhold til arbeidsstykket, trenges en spenning som er vesentlig høyere enn tomgangsspenningen som blir matet fra en ordinær kraftkilde for sveising.

En anordning for vekselstrømsveising er beskrevet i U.S. patent nr. 2.472.323 og det anvendes der et batteri på 2-10 volt eller en kondensator som et blokkeringselement for likestrøm og som hjelpespenningskilde. Da det er forskjell i elektronemisjonen ved den ene og den motsatte polaritet som hver av halvperiodene har vil blokkeringskondensatoren eller batteriet hindre bruk av en likestrømskomponent ved at det sendes en ladning i den motsatte retning slik at man får en "balansert bølge". Det forhold at det skapes en "balansert bølge" antas å være meget viktig, og det er også pekt på at kondensatoren vil lades opp til en likespenning som resultat av den påtrykte inngangsspenning og tjene som en ekstra spenningskilde som hjelper den påtrykte inngangsspenning i pånytt å tenne lysbuen. Kondensatoren benyttes som en ekvivalent til et forspent batteri. En viss induktans blir lagt til slik at man får en "delvis" resonans. Man skal imidlertid merke seg at i et system med riktig resonans vil tomgangsspenningen være null i det øyeblikk strømmen er null. Derfor vil tomgangsspenningen ved null strømgjennomgang ikke være tilgjengelig for tenning av lysbuen. Lysbuen kan tenne pånytt etterat en tilstrekkelig tid er gått til at den påtrykte spenning bygger seg opp. Ved "delvis" resonans har man en fasevinkel mellom kildens spenning og strøm og derfor vil vektorsummen av strømkildens spenning og kondensatorens spenning være tilstede når strømmen er null. Da fasevinkelen ved "delvis" resonans er liten, vil den øyeblikkelige verdi for den spenning man har til rådighet til gjentening ikke være særlig forskjellig fra den man har ved resonans.

Det har vist seg at den beskyttende gass forblir ledende en kort tid etter at lysbuen er slukket, og dette tillater anvendelse av vesentlig lavere spenninger i denne periode, til gjentanning av lysbuen enn man ellers måtte ha i en ikke-ledende atmosfære. For å dra fordel av dette er det meget viktig at en tilstrekkelig spenning til gjentanning av lysbuen påtrykkes i det øyeblikk strømmen er null, og formålet med foreliggende oppfinnelse er å tilpasse kretsens forskjellige verdier til ioniseringsgraden i det beskyttende medium.

I henhold til oppfinnelsen er dette oppnådd ved at den laveste verdi for den induktive reaktans i den seriekoplede induktansspole er lik kvotienten mellom gjentanningsspenning, bestemt av ioniseringsgraden i det beskyttende medium, og toppverdien av sveisestrømmen.

Et annet trekk ved oppfinnelsen består i at seriekondensatoren i den nevnte LC-krets ikke er større enn 60 mikrofarad pr. ampere sveisestrøm, og dessuten kan et minimum av den nevnte induktive reaktans minst være lik 100 volt dividert med den minste toppverdi av den påtrykte vekselstrøm med en beskyttelsesatmosfære av argongass.

Det kan dessuten være fordelaktig at den minste verdi av den induktive reaktans er minst 125 volt dividert med minimum toppverdi av den påtrykte vekselstrøm for en beskyttet atmosfære av gass valgt fra gruppen som består av helium og helium-argonkombinasjoner.

Ytterligere trekk og detaljer vil fremgå av den følgende beskrivelse under henvisning til tegningene der:

Fig. 1 viser et kopleingsskjema for sveiseapparatet ifølge oppfinnelsen,

fig. 2 er et vektordiagram av spenningen i kretsen og

fig. 3 viser et modifisert kopleingsskjema for sveiseapparatet på fig. 1.

Som vist på fig. 1 blir en ikke-smeltende elektrode E, vanligvis wolfram, holdt fast i en brenner på en bestemt avstand fra arbeidsstykket W. Elektroden E og arbeidsstykket W er sammenkopleet i en seriekrets som består av en induksjonsspole 14, en kondensator 16, en motstand 18 og en vekselstrømkilde 12. Vekselstrømkilden 12 er en konvensjonell vekselstrømkilde som kan bestå i sin enkleste form av en transformator som har primærviklingen kopleet til en vekselstrømkilde. Til å begynne med blir en lysbue

A opprettet mellom elektroden E og arbeidsstykket W ved en passende metode som f.eks. ved direkte å berøre arbeidsstykket W med elektroden E og trekke den tilbake, eller også ved hjelp av høyfrekvensinnretninger. Skjermgass blir presset ned gjennom brenneren ved anordninger som ikke er vist, for å skjerme elektroden, lysbuen og smelten fra atmosfæriske foruresninger.

Da strømmen varierer i avhengighet av den påtrykte vekselspanning, vil lysbuen slukke seg selv ved hver null-gjennomgang. Skjermgassen som befinner seg mellom spissen av elektroden E og arbeidsstykket W vil forbli ledende etterat lysbuen har sluknet i den korte tiden som trenges før gjentennning av lysbuen finner sted ved et spenningsnivå som ligger vesentlig lavere enn den spanning som ville kreves i en ikke-ledende atmosfære. Påliknende måte tillater også den varme elektrodespiss og arbeidsstykkeoverflaten lavere gjentennningsspenning, forutsatt at lysbuen straks blir tent igjen før noen særlig avkjøling har funnet sted. Den bestemte spanning som kreves for å muliggjøre at lysbuen tenner igjen varierer for de forskjellige metaller og varierer også med overflatebeskaffenheten, strømstyrke, gass, elektrodetype og størrelse, og elektrodeavstanden til arbeidsstykket. Dersom det blir brukt en kontinuerlig styrelysbue er avstanden mindre kritisk. The American Welding Society har slått fast i sveisehåndboken, femte utgave, 1963, bind 2, kapitel 27 på side 8-12 at omfattende prøver har vist at i løpet av strømmens vekslings fra negativ elektrode til positiv elektrode trenges det en effektiv-verdi på 150 volt eller mer. Standard vekselstrøms-sveisemaskiner har vanligvis en tennspanning fra 70-80 volt effektiv-verdi. Denne spanning er tilstrekkelig for en sikker dannelsen av lysbuen ved de halvbølger da elektroden er negativ, men er utilstrekkelig når elektrodehodet er positivt som ved den motsatte halvbølgepolaritet. Resultat er en meget ustabil og uregelmessig lysbue, på tross av at man som det gjøres ved enkelte metoder, påtrykker en passende høy spanning i sveisekretsen ved begynnelsen av hver halvperiode med omvendt polaritet. Den påtrykte høye spanning skal tjene til å danne en ionevei mellom elektroden og arbeidsstykket slik at man får stabile lysbuebetingelser.

Det er videre fastslått i kapitel 29, side 10, i samme håndbok at "National Electric Manufacturer's Association" (NEMA) standard krever av sikkerhetshensyn at tomgangsspenningen for manu-

ell sveising ikke overstiger 80 volt og at tomgangsspenningen for automatiske og halvautomatiske sveiseoperasjoner ikke overstiger 100 volt.

Som fastslått tidligere forblir skjermgassen ledende en kort stund etterat lysbuen er sluknet og tillater i løpet av denne tiden anvendelse av vesentlig lavere spenning for å få gjentennning enn den man ville trenge i en ikke-ledende atmosfære. For å dra nytte av dette, er det viktig at den påtrykte spenning hovedsakelig blir anvendt ved nullgjennomgang. Dersom man mister omenn bare en halv periode kreves en større spenning enn den som ville kreves ved den nevnte nullgjennomgang for strømmen.

Videre blir, i konvensjonelle kraftkilder, vanligvis fasevinkelen mellom spenning og strøm brukt til å kontrollere strømmen. Fasevinkelen blir vanligvis variert mellom 60 og 80° for å oppnå en relativt lav effektfaktor. Dette er oftest ønskelig siden lysbuespenningen er forholdsvis lav og krever et høyt reaktivt spenningsfall i sveisekraftkilden for å begrense sveisestrømmen om man da ikke benytter seg av andre midler for å begrense strømmen. En faseforskyvning vil imidlertid ha liten eller ingen innvirkning på gjentennning av buen.

I samsvar med den foreliggende oppfinnelse er det eneste viktige hensyn for stabilisering av vekselstrøm at man fremskaffer tilstrekkelig høy spenning ved hver nullgjennomgang. På tross av hva man skulle vente har størrelsen av induktoren 14 på fig. 1 vist seg å være av særlig viktighet ved utvikling av en tilstrekkelig gjentenningspenning. Det er blitt oppdaget at en forutbestembar spenning av en eller annen ønsket størrelse kan bli utviklet ved den tid da strømmen akkurat passerer nullgjennomgangen uten hensyn til fasevinkelen ved å sette produktet av toppverdien av den tilførte vekselstrøm og den induktive reaktans i nevnte LC-krets lik med den ønskede gjentenningspenning for det skjermmedium som blir brukt.

Betydningen av induktansen kan kanskje bli forklart kvalitativt uttrykt ved energipendlingen mellom induksjonsspølen og kondensatoren. Uten induktans kan kondensatoren ikke bli ladet til en høyere spenning enn den påtrykte spenning. Denne induktans virker som en energikilde. Spølen absorberer energi under den del av perioden da strømmen øker, og gir fra seg energi igjen til kretsen når strømmen avtar. Når strømmen er null, har kondensatoren absorbert

129285

mesteparten av energien som er avgitt fra spolen og har de i virkeligheten en spenning som langt overskrider den påtrykte spenning. Størrelsen på øyeblikksverdien av spenningen over kondensatoren ved nullgjennomgang er således først og fremst bestemt ved den induktive reaktans. Ved begynnelsen av den neagtive halvperiode har man funnet at spenningen over kondensatoren alltid har vært tilstrekkelig til å tenne buen igjen. Forutsatt at størrelsen av induktansen blir valgt ved å sette produktet av den induktive reaktans og amplitudeverdien av strømmen lik med den ønskede gjentenningspenning, vil den verdi man velger for kondensatoren være uten betydning. Men likevel vil størrelsen på kondensatoren direkte påvirke fasevinkelen, noe som klart fremgår av fig. 2, der man straks ser at:

$$(1) \quad e \sin \theta = I(X_L - X_C)$$

$$\text{og at } (2) \quad e \cos \theta = IR + V_a$$

$$\text{der} \quad e = \text{påtrykt spenning (effektivverdi eller amplitudeverdi)}$$

$$\theta = \text{fasevinkelen}$$

$$I = \text{strømmen (effektverdi eller amplitudeverdi)}$$

$$R = \text{motstand}$$

$$V_a = \text{lysbuespenningen}$$

$$f = \text{frekvensen}$$

$$X_L = \text{induktiv reaktans} = 2 \pi f L$$

$$L = \text{induktans i Henry}$$

$$X_C = \text{kapastiv reaktans} = \frac{1}{2 \pi f C}$$

$$C = \text{kapasitet i farad}$$

Av dette ser man at kondensatorens størrelse kan velges vilkårlig for hvilken som helst fasevinkel, eller kapasiteten kan beregnes direkte fra ligning (1) for en bestemt fasevinkel. Et annet alternativ ville bli å kople en annen variabel induktans i serie med en fast minimum induktans og kapasitet for å hjelpe øyeblikkelig gjentennning. Den variable induktansen vil da sørge for kontroll av strøm og fasevinkel og overføre noe ekstra energi til kondensatoren for gjentennning av lysbuen.

Motstand 18 er ikke nevnt tidligere da spenningen over den er null i det øyeblikk strømmen er null, og motstanden har følgelig ingen virkning på gjentenningspenningen. Likevel er det

klart fra ligning (2) at størrelsen på motstanden kan ha innvirkning på andre faktorer som fasevinkelen og strømmen. Selv om motstanden 18 ble redusert til null, ville det enda være noe innvendig motstand i kretsen som ville ha en begrensende virkning på strømmen, til og med når fasevinkelen er null. Til tross for at tilføyelse av en motstand av en forutbestemt liten størrelse er foretrukket under visse forhold, er den ikke nødvendig for utførelse av oppfinnelsen. I samsvar med ligning (2) kan strømmen forandres ved å variere θ eller ved å variere motstanden R. Fasevinkelen θ kan varieres ved å variere størrelsen på kondensatoren eller induktansen. I mindre kostbare kraftforsyninger bruker man en variabel motstand for strømregulering. Tabell I nedenfor viser de nødvendige verdier av komponentene 14, 16 og 18 for forskjellige fasevinkler. Verdiene ble bestemt ved å benytte spesifikasjonen som er gitt nedenfor ved først å sette produktet av induktiv reaktans og toppstrøm lik den ønskede gjentenningspenning.

e	= inngangsspenning (åpen krets) = 70 volt (eff.)
I	= sveisestrøm = 100 amp (eff.)
V_{AR}	= ønsket gjentenningspotensial = 200 volt = $I_m X_L$
f	= frekvens = 60 perioder/sek.
V_A	= lysbuespenning = 40 volt (eff.).

Tabell I

θ	L (mH)	C (μF)	R (ohm)	$I^2 R$ (watt)
+45	3.74	2880	0.095	950
+25	3.74	2380	0.234	2340
0 (resonans)	3.74	1880	0,3	3000
-25	3.74	1550	0.234	2340
-45	3.74	1390	0,095	950

Det viser seg at gjentenningspotensialet er konstant for hvilken som helst fasevinkel. Fasevinkelen ble variert ved å forandre størrelsen på kondensatoren. Motstanden måtte også justeres litt for å holde strømmen og lysbuespenningen konstant. Det skulle av dette gå frem at både L og C begge kan være faste og R varieres for strømregulering. I dette tilfelle vil induktansen bli valgt for

å sørge for en passende gjentenningspenning ved den lavest ønskede driftsstrøm. Kondensatoren vil så bli valgt for å få en bestemt θ .

Tabell II som er vist nedenfor, illustrerer typiske komponentverdier for kraftforsyninger med fast motstand ved varierende kapasiteter og forskjellige lysbuespenningsinnstillinger ved å nytte følgende betingelser:

- θ = inngangsspenning tomgang = 70 volt (eff.)
- I = sveisestrøm = 100 amp (eff.)
- V_{AR} = valgt gjentenningspotensial = 200 volt
- f = frekvens = 60 perioder/sek.
- R = motstand = 0,05 ohm

Tabell II illustrerer representative verdier for et forsøk med 100 amp. strømkilde.

Tabell II

V_a	θ	L (mH)	C (μF)	ImX_L (volt)	ImX_C (volt)	$e_m \sin \theta$ (volt)
10	77.6	3.74	3630	200	103	97
20	69	3.74	3480	200	107	93
40	50	3.74	3000	200	124	76

Generelt angir denne oppfinnelse hvordan en skal oppnå ønsket gjentenningspotensial i det øyeblikk strømmen er null uavhengig av fasevinkelen. Hvis en således kjenner minimum strøm som vil bli brukt ved en bestemt anvendelse, kan den induktive reaktansen bli bestemt ved å dividere det minimum gjentenningspotensial som er nødvendig for den spesielle beskyttelsesgass som blir brukt med minimum strøm. Dette vil gi minimum nødvendig induktans for kraftforsyningen. Kraftforsyningen kan være av vilkårlig type, f.eks. variabel induktans, kondensator eller motstand eller en kombinasjon. Når argon blir brukt som beskyttelsesgass, vil minimum passende produkt av induktiv reaktans og maksimalverdien av strømmen i det minste være 100 volt, skjønt 150 volt blir foretrukket.

For helium bør produktet av induktiv reaktans og strøm være i det minste 125 volt, men 175 volt blir foretrukket. I tilfelle argon benyttes, der strømmen er 80 ampere og frekvensen

60 Hz, vil derfor en minimum induktans på omkring 4 mH være tilfredsstillende. Men for arbeider som krever lav strøm, spesielt når buen er tynn, "nålformet", trenges uvanlig høye induktanser. F.eks. i argonatmosfære med 3 ampere sveisestrøm trenges en induktans på ca. 75 mH for å oppnå øyeblikkelig gjentening i samsvar med prinsippene for denne oppfinnelse. Den foretrukne størrelse på seriekondensatoren som en har funnet arbeider mest tilfredsstillende, er innenfor grensen av ikke mer enn 60 mikrofarad pr. ampere sveisestrøm.

Som nevnt foran er det vanlig praksis i yrket å føye til en kondensator i serie med sveisekretsen for å produsere et balansert vekselstrømmuttak. Balanse er likevel ikke nødvendig og er i virkeligheten i noen tilfelle uønsket, da elektroden i løpet av halvperioden med omvendt polaritet har en tendens til å bli overøppet. Det har således vist seg at ved sveising av forskjellige typer skjøter, der et eksempel er spisse skjøter, er ønskelig med mindre omvendt polaritet enn f.eks. ved butt skjøter. Systemet i henhold til oppfinnelsen kan bringes i regulerbar ubalanse ved å endre kretsen på fig. 1, som vist på fig. 3. Den eneste forskjell mellom de to kretser er tilføyelse av en shuntdiode og en variabel motstand R_1 , der seriekombinasjonen av disse er plassert i parallell med lysbuen. Under perioden med omvendt polaritet blir strøm avledet gjennom diode-motstand-kombinasjonen avhengig av innstillingen av den innstillbare motstanden R_1 . Den rette polaritet-halv-perioden er upåvirket. Kapasitet C og induktans L virker på samme måte som forklart ovenfor med henvisning til fig. 1 og sørger for gjentening av lysbuen etter nullgjennomgang.

Som en ekstra sikkerhet i tilfelle lysbuen skulle bli slukket av en eller annen grunn i løpet av sveiseperioden, kan en utladningstransistor plasseres i parallell med kondensatoren C for å fjerne eventuell restladning. Vanligvis bør denne utladningstransistor velges slik at forholdet $R \times C$ er mindre enn 10 sekunder, fortrinnsvis omkring 2 sekunder. Dette vil selvfølgelig ikke virke inn på kretsfunksjonene i fig. 1 eller 3.

Den foreliggende oppfinnelse beskjeftiger seg bare med å etablere en tilstrekkelig stor spenning som sikrer øyeblikkelig gjentening av lysbuen etter hver halvperiode av strømmen, uavhengig av fasevinkelen mellom spenning og strøm. Derfor er oppfinnelsen anvendelig for hvilken som helst arbeidsprosess med vekselstrømlysbue.

129285

Patentkrav.

1. Anordning ved krets for sveising med en vekselstrømlysbue mellom en elektrode og et arbeidsstykke som er omgitt av et beskyttende medium, der elektrode og arbeidsstykke er koplet i serie med en serie LC-krets og vekselstrømkilde med sinusformet spenning som i ubelastet tilstand ligger vesentlig under den gjentennings-spenning som er nødvendig for å opprettholde ledning mellom elektrode og arbeidsstykke i de momenter da strømmen har nullgjennomgang, k a r a k t e r i s e r t v e d at den laveste verdi for den induktive rekatans i den seriekoplede induktansspole er lik kvotienten mellom gjentennings-spenning, bestemt av ioniseringsgraden i det beskyttende medium, og toppverdien av sveisestrømmen.
2. Anordning som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at seriekondensatoren i den nevnte LC-krets ikke er større enn 60 mikrofaraad pr. ampere sveisestrøm.
3. Anordning som angitt i krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at minimum av den nevnte induktive reaktans minst er lik 100 volt dividert med den minste toppverdi av den påtrykte vekselstrøm med en beskyttelsesatmosfære av argongass.
4. Anordning som angitt i krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at den minste verdi av den induktive reaktans er minst 125 volt dividert med minimum toppverdi av den påtrykte vekselstrøm med en beskyttelses atmosfære av gass, valgt fra gruppen som består av helium og helium-argonkombinasjoner.
5. Anordning som angitt i et hvilket som helst av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at en tilleggsmotstand er koplet i serie med den nevnte induktans og kondensator.
6. Anordning som angitt i ett eller flere av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at en seriekopling av en variabel motstand og en shuntdiode er koplet i parallell direkte over lysbuen slik at under perioden med positiv polaritet blir en forut bestemt mengde strøm avledet gjennom seriekoplingen av motstand og diode.
7. Anordning som angitt i et hvilket som helst av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at en utladningsmotstand er koplet direkte i parallell med kondensatoren.

(56) Anførte publikasjoner:

U.S. patent nr. 2472323

