

# Onderpoederlassen de voordelen van AC square wave balance

Veel onderpoederlassers en laspraktijkingenieurs blijken nog niet vertrouwd te zijn met de voordelen van de AC square wave technologie voor het onderpoederlassen.

Zelfs wanneer de geschikte lasapparatuur binnen het bedrijf aanwezig is, blijft men vasthouden aan de vertrouwde, traditionele technologieën.

Dit artikel biedt een proces-technische uitleg over de principes en de voordelen van het gebruik van AC square wave balance.

door Pieter Keultjes

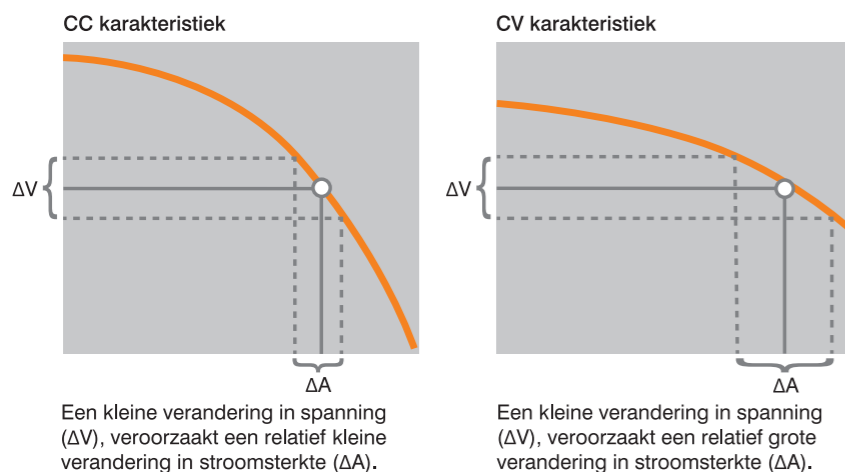
De twee uitgangskarakteristieken bij het onderpoederlassen (OP-lassen), zijn gelijkstroom (Constant Current of CC) en gelijkspanning (Constant Voltage of CV). Met behulp van moderne elektronica is het mogelijk beide karakteristieken in één stroombron op te nemen.

Traditioneel wordt CC het meest toegepast met grotere draaddiameters in combinatie met relatief lage draadaanvoersnelheden. Dit stelt lagere eisen aan het bereik van de draadsnelheid en de overbrengverhouding van de motoren. Echter, met de huidige (tacho-gecontroleerde) draadaanvoermotoren, kan CC ook worden toegepast met kleinere diameters lasdraden.

De constante stroom zorgt voor een stabiele en betrouwbare inbranding bij het lassen van materialen met een gemiddelde of hoge wanddikte. Een CV-karakteristiek maakt het mogelijk dunne lasdraden te gebruiken met behoud van een stabiele boogspanning. De volt/ampère-curve is relatief vlak. De boogspanning is de primaire parameter die wordt ingesteld op de stroombron. Kleine schommelingen in de boogspanning ( $\Delta V$ ) zullen leiden tot relatief grote veranderingen in stroomsterkte ( $\Delta A$ ), terwijl de draadsnelheid hetzelfde blijft. Een hogere boogspanning geeft een lagere stroomsterkte en dus een lagere boogenergie. Op deze manier is het proces zelfregulerend en stabiliseert het zich rondom de ingestelde boogspanning.

Gebruik van CV is geschikt voor alle gangbare draaddiameters, maar presteert door het zelfregulerende effect het best bij gebruik van draden tot en met een diameter van 2,4 mm. Het is een ideaal proces voor materiaal met een dikte tot 12 mm en voor het stripcladden. Het geeft een mooie strakke lasrups met een constante breedte.

## Stroombronkarakteristieken: CC en CV



Een CC-curve heeft een sterke neerwaartse volt/ampère-karakteristiek. In de CC-modus is de lasstroom de primaire parameter van de stroombron. Fluctuaties in boogspanning en boogspanning ( $\Delta V$ ) – variaties die onvermijdelijk zijn tijdens het lassen – zullen slechts kleine variaties in stroomsterkte ( $\Delta A$ ) veroorzaken.

### Stabiel proces

Om een stabiel proces te verkrijgen, zal de draadaanvoersnelheid de draadsnelheid continu bij moeten sturen, zodat de boogspanning overeenkomt met de ingestelde waarde.

## Belangrijkste kenmerken van CC (Constant Current) en CV (Constant Voltage), zoals toegepast bij stroombronnen voor het OP-lassen

Functie	CC	CV
Open spanning	60-80 V	25-55 V
Instellen parameter	door lasstroom	door boogspanning
Polariteit	AC / DC	AC / DC
Boogstabiliteit	fluctuaties in de boog	stabiele boog
Boogregeling	via draadsnelheid	zelfregulerend
Beste toepassing	lasdraden met grote diameter	lasdraden met kleine en grote diameter

### Gebruik maken van polariteit

De polariteit van de lasdraad is van invloed op de inbranding, de neersmeltsnelheid, de mate van opmenging, de warmte-inbreng en de boogstabiliteit. In verschillende OP-lasprocessen en procesvarianten wordt gebruik gemaakt van deze invloed.

Aansluiting van de draadelektrode (lasdraad) aan de pluspool (DC+) geeft de diepste inbranding en de hoogste opmenging met het basismetaleel, omdat de meeste warmte wordt ontwikkeld op het oppervlak van het smeltbad (minpool). Het toepassen van DC+ geeft een stabiele boog, een optimaal lasuiterlijk met een goed lasprofiel en een verminderd risico van porositeit. Daarom wordt DC+ vaak gebruikt voor enkeldraads- en twinarc-lassen en als eerste lasdraad bij het meerdraadslassen.

Traditionele, sinusvormige wisselstroom (AC) geeft een ongeveer 15 % hogere neersmeltsnelheid dan DC+, een ondiepere inbranding en een lagere opmenging. AC wordt vaak gebruikt bij het tandemlassen en bij meerdraadsystemen om de magnetische interactie tussen de lasdraden te voorkomen. Een nadeel van de traditionele sinusvormige stroomvorm is de slechte boogontsteking en stabiliteit, omdat de stroom vanwege de golfvorm door het nulpunt dooft en met een zekere vertraging weer ontsteekt. In moderne stroombronnen (AC square wave) wordt dit probleem weggenomen door een snelle nuldoorgang, waardoor de lasboog direct weer ontsteekt.

Het aansluiten van de lasdraad aan de minpool (DC-) geeft de hoogste neersmeltsnelheid (ongeveer 35 % hoger dan DC+), omdat de meeste warmte wordt ontwikkeld

aan het uiteinde van de draadelektrode. De belangrijkste toepassingen maken gebruik van de gereduceerde inbranding en lage opmenging. Voorbeelden hiervan zijn moeilijk te lassen materialen en (strip)cladding waarbij opmenging met het basismetaleel moet worden beperkt.

### AC square wave technologie

Zowel DC+ als de conventionele sinusvormige AC worden veelvuldig toegepast tijdens het OP-lassen. Elk van deze procesvarianten kent echter beperkingen.

### Beperkingen van de conventionele sinusvormige AC:

- Gedurende de nuldoorgang van de lasstroom dooft de lasboog. De nuldoorgang beïnvloedt het ontstaan van de boog en boogstabiliteit negatief.
- Er is sprake van een lagere productiviteit, doordat de lasstroom een kleiner deel van de tijd op de ingestelde waarde blijft.
- De AC+/AC- verhouding is vast ingesteld op 50/50.

### Beperkingen van traditioneel DC+:

- Het risico van doorbranden is aanwezig door een te diepe inbranding.
- Het is niet mogelijk om een lage warmte-inbreng te combineren met een hoge neersmelt, zonder in te boeten aan kwaliteit van het lasuiterlijk.
- Het proces is gevoelig voor magnetische blaaswerking.

AC square wave technologie biedt diverse mogelijkheden om de vorm van de AC-golf aan te passen en daarmee invloed uit te oefenen op inbranding, neersmeltsnelheid, lasdoorsnede en voortloopsnelheid, zonder de volt/ampère-instelling te veranderen.

In lasstroombronnen kan de square wave technologie gebaseerd zijn op zowel inverter- als thyristor-technologie. Beide maken het mogelijk om de AC+ / AC- ratio (de AC-golfbalans) te veranderen, maar er zijn verschillen in de manier waarop dit wordt gerealiseerd.

In het algemeen bieden inverters volledige vrijheid in AC+ / AC- ratio en AC-golffrequenties, terwijl thyristor-gestuurde golffrequentie-instellingen worden afgeleid van de netfrequentie.

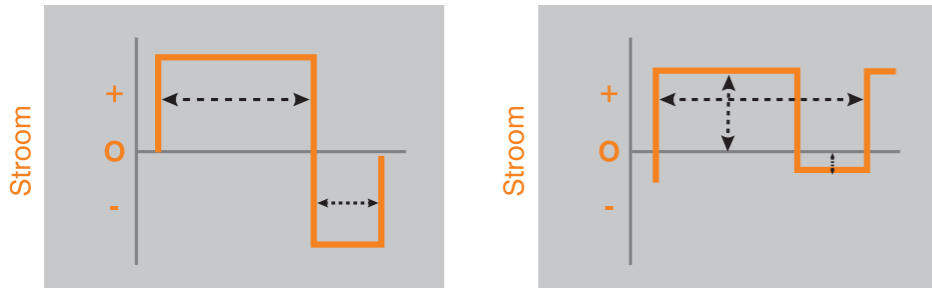
De variabele AC wave balance maakt het mogelijk om het aandeel AC+ ten opzichte van AC- te veranderen en daardoor de inbranding, de neersmelt en het lasprofiel te beïnvloeden. Het verhogen van het AC+ -aandeel geeft een diepere inbranding en een verminderde neersmelt, terwijl het verhogen van het aandeel AC- het tegenovergestelde effect heeft.



Resultaten van proefflassen bij verschillende instellingen van de wave balance		
Instelling wave balance	Draadtoevoersnelheid (m/min)	Neersmeltsnelheid (kg/h)
AC+	2,1	7,9
80/20	2,3	8,7
70/30	2,5	9,4
76/33	2,6	9,8
60/40	2,7	10,2
50/50	2,8	10,5
40/60	2,9	10,9
33/67	3,0	11,3
30/70	3,1	11,7
20/80	3,1	11,7
AC-	3,2	12,0
<b>Verskil AC+, AC-</b>		<b>34%</b>

Massieve draad 3,2 mm, 600 A, 31 V, 50 cm/min, 30 mm uitsteeklengte. Neersmeltsnelheid en draadtoevoersnelheid werden gemeten bij elke instelling. De lasparameters bleven hetzelfde voor alle instellingen van de wave balance.

Square wave met thyristor-technologie versus inverter-technologie

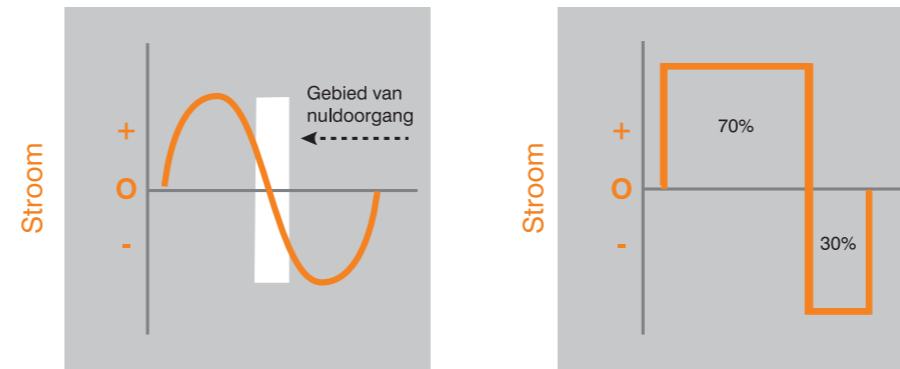


Thyristor-geregelde square wave

Inverter-geregelde square wave

De pijltjes geven aan in welke richtingen de golfvorm veranderd kan worden

Conventionele wisselstroom versus AC square wave



Conventionele, sinusvormige wisselstroom (AC) met 50% AC+ en 50% AC-

AC square wave, waarbij balans is verschoven naar 70% AC+ en 30% AC-

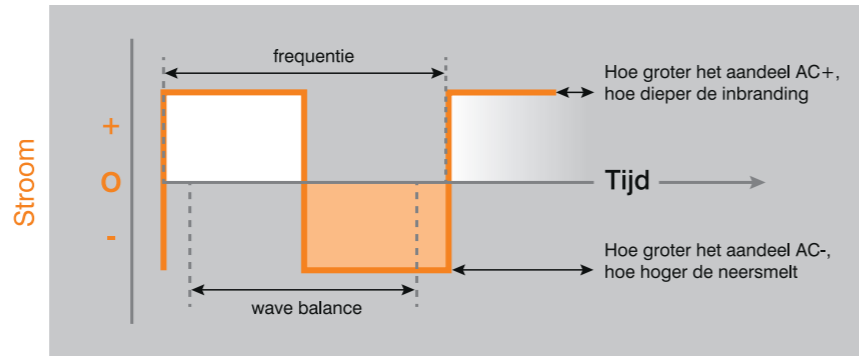
Voordelen AC square wave technologie

- Finetuning van de doorlassing
- Hogere neersmeltsnelheid, zowel bij enkeldraads- als bij meerdraadlassen
- Hogere lassnelheden en lagere warmte-inbreng
- Lager risico van vervorming
- Opheffen van magnetische blaaswerking
- Hogere productiviteit door hogere neersmeltsnelheid: meer lassen in minder tijd
- Energiebesparing door kortere doorlooptijden en hogere neersmelt bij gelijkblijvende parameters

AC square wave technologie heeft twee grote voordelen: de vorm van de AC square wave en de variabele AC wave balance. Door de vorm passeert de lasstroom de nuldoorgang in microseconden, wat resulteert in beter starten en een zeer stabiele lasboog. Bovendien verblijft de lasstroom gedurende een hele periode op de ingestelde waarde, wat de productiviteit verhoogt. Een verhoogde productiviteit betekent simpelweg meer lassen in minder tijd. Hierdoor spaart men op energiekosten en manuren.

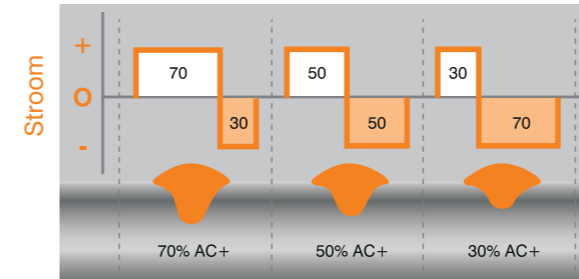
AC wave balance is van invloed op de inbrandingsdiepte, waarbij ook de voortloopsnelheid een rol speelt. Een hogere voortloopsnelheid is nodig om een gelijke laagdikte te behouden bij een verhoogde neersmeltsnelheid. Een toename van de voortloopsnelheid zal resulteren in een lagere warmte-inbreng en minder vervorming

Invloed van AC wave balance op inbranding en neersmelt



AC wave balance maakt het mogelijk om de verhouding tussen inbranding en neersmeltsnelheid te beïnvloeden.

Invloed van AC wave balance op inbrandingsdiepte



Invloed van AC wave balance op inbrandingsdiepte bij verschillende voortloopsnelheden

