

# *Surface Tension Transfer<sup>®</sup>* *(STT<sup>®</sup>)*

*STT Eljárás bemutatása<sup>™</sup>*



# Csőhegesztő eljárás

- **A csőhegesztés egy nagyon fontos alkalmazás a LE számára.**

- Csőhegesztő, távvezeték építő cégek a világ minden tájáról.
- Több millió dolláros potenciális üzlet.
- LE sok csőhegesztő megoldással rendelkezik

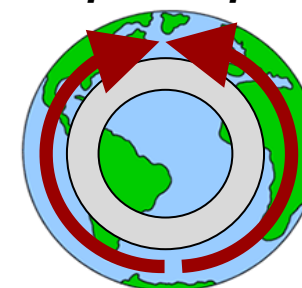


- Csőhegesztést használó ágazatok

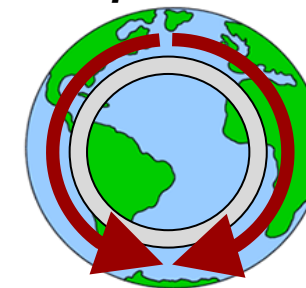
- **Olaj és gázipar, erőművek, élelmiszeripar, vegyipar, távvezeték építés, stb**

- Minden hegesztésnél kritikus pont a gyök hegesztése

**Pipe Shops**



**Pipelines**



- A legtöbb esetben a cső gyökhegesztésre vonatkozó elsődleges ajánlásunk az STT® eljárás  
**STT® eljárás**

# Az STT története (Mielőtt az STT használná „Cable View Technology™” -t)

- Július 1985

- Fejlődés első szakasza
  - olyan fogyóelektródás eljárás kifejlesztése, ami 100% CO<sub>2</sub> védőgáz használatakor jelentősen csökkenti a fröcskölést

- 1987

- Prototípus
  - Szignifikánsan csökken a fröcskölés
  - Stabil ív, 50% kevesebb füst képződik

➢ Érzékelő szükséges

- 1995

- Invertec STT®
  - Első értékesítés
  - Csak Non-Synergic STT® eljárás

➢ Érzékelő szükséges



- 1998

- Invertec STT® II

- STT® II bemutatása, az eredeti STT® kivezetése
- Tailout gomb hozzáadása
- A hűtés javítása, állandó 50C környezeti hőmérséklet
- Csak Non-Synergic mód



➢ Érzékelő szükséges

- 2002

- Power Wave 455M / STT®

- STT® eljárás hozzáadása a PW gépcsaládhoz
- ÚJ Synergic STT® mód hozzáadása
- Non-Synergic STT® mód szintén üzemel



➢ Érzékelő szükséges

- 2012

- Power Wave S350, S500

- Opcionális STT® Module használata
- Szinergikus és Nem-szinergikus mód
- Sense lead required



- 2015

- Power Wave S350, S500

- Opcionális Advanced Module használata
- Szinergikus és Nem-szinergikus STT® mód
- HF TIG és AC STT mód használata.

➢ Sense lead required



# STT eljárás követelményei

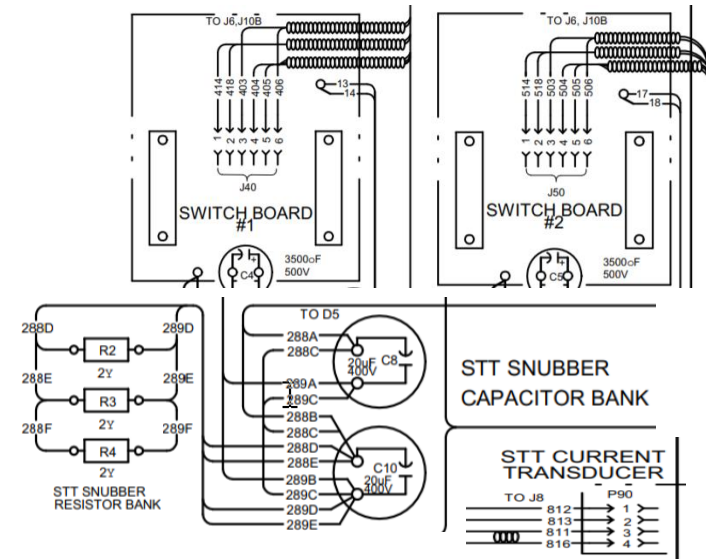
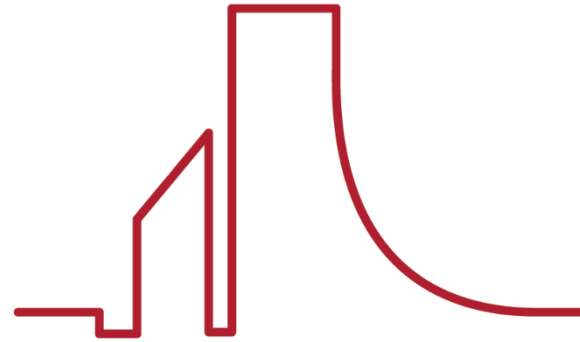
STT eljárás 3 kulcseleme:

1. **Waveform Control Technology**  
(*értsd szoftver*) az STT hullámforma / hegesztés előállításához

2. **Nagy sebességű kapcsoló**  
(*értsd hardver*) Az áram gyors csökkentése érdekében  
(*áramfék*)

- STT hardver
  - Áramforrásban
  - Kiegészítő modulban

3. **Érzékelő kábel**



Invertec® STT® II    Power Wave® 455M/STT



STT hardver a gépben

Power Wave® S350, S500, R450



STT hardver opcionális külső modulban ("STT Module" vagy "Advanced Module")

PIPEFAB® System    Power Wave® 300C Advanced



STT hardver a gépben

# Fémátvitel hagyományos módjai

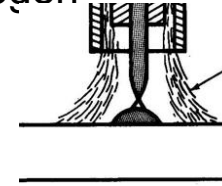
- **Rövidzárlatos anyagátmenet (Alacsony ívenergia)**



- A huzal fizikailag hozzáér a lemezhez (azaz elektromos rövidzárlat keletkezik a hegesztési áramkörben), és az olvadt fém felrobban a huzal végén

Characteristics

- **Alacsony WFS és feszültség, kis hőbevitel**
- 100% CO<sub>2</sub> – Magas fröcskölés
- 75-80% argon / 20-25% CO<sub>2</sub> – közepesen fröcsköl

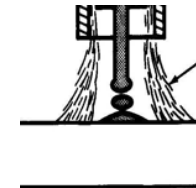


- **Cseppátmenet (közepes ívenergia)**

- A huzal vége nagy, szabálytalan „gömbökben” olvad le, különböző irányokba esik

Characteristics

- **Közepes WFS és feszültség**
- 100% CO<sub>2</sub> or 75-80% argon / 20-25% CO<sub>2</sub>
- Erősen fröcsköl

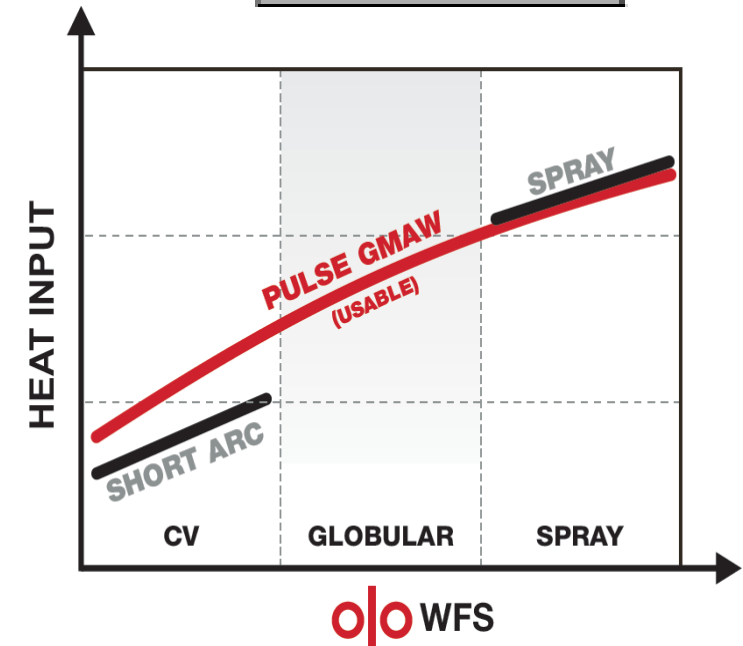
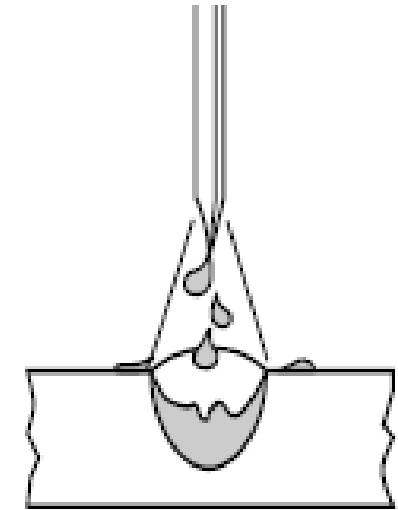
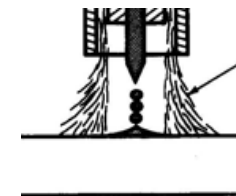


- **Permetes (Spray) mód anyagátmenet (magas ívenergia)**

- A huzal vége finom cseppekben olvad le, egyenesen a függőleges tengelyen lepermetezve

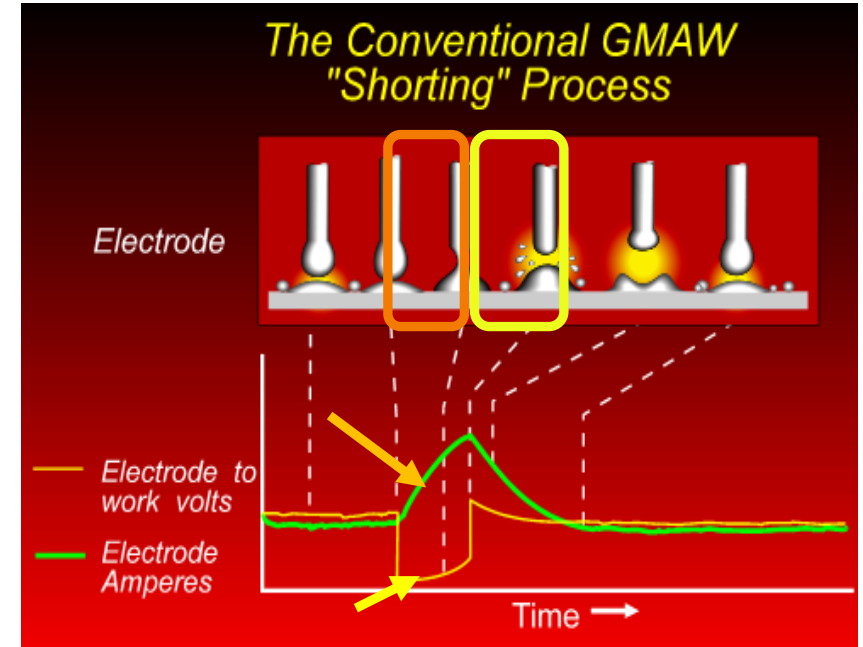
Characteristics

- **Magas WFS és feszültség**
- Függőleges tengelyen lefelé fémátvitel
- Minimum 80% argon, balance CO<sub>2</sub>
- Finomabb, egyenletesebb cseppek 90% argon / 10% CO<sub>2</sub>
  - Egyenletesebb cseppek



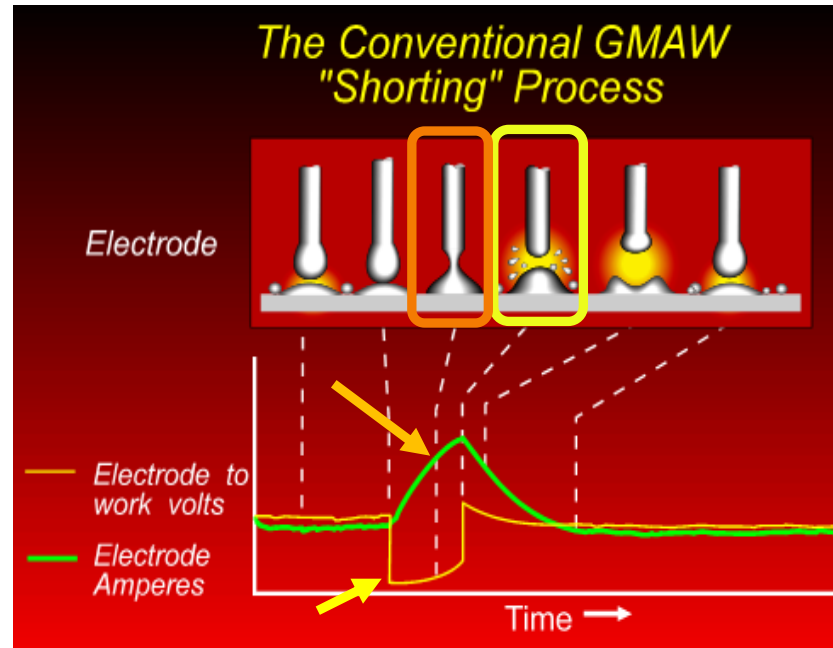
# Hagyományos rövidzárlatos anyagátmenet

- A hagyományos rövidzárlat-átvitel megpróbálja állandó feszültséget (CV) fenntartani a hegesztési ciklus során  
**Feszültség = ívhossz**
- Mi történik ezredmásodperc alatt a hagyományos rövidzárlati átvitel során:
  - A huzalt továbbítjuk az alapanyag felé
  - A huzal fizikailag hozzáér a lemezhez (elektromos rövidzárlatot hoz létre)
  - Az ív hossza nullára csökken... feszültségesés... az áramforrás az áramerősség növelésével reagál a vezeték megolvadására és az ív helyreállítására
- *Meg kell szakítani a rövidzárlatot*



# Hagyományos rövidzárlatos anyagátmenet

- Ahogy az áram gyorsan növekszik, a huzal felmelegszik az ellenállásfűtéstől, és természetesen a rövidzárlat tövénél lefelé nyúlik
- A rövidzárlat végül a csúcsáramnál megszakad egy „robbanásban”, ami fröcskölést okoz
- A folyamat ismétlődik
  - 50 – 100 rövidzárlat / mp



## Pinch Control



# Hagyományos rövidzárlatos anyagátmenet

- **Előnyei:**

- Alacsony hőbevitel
- Pozíciós hegesztés
- Alacsony költségű eszköz

- **Határai :**

- Fröcskölés
- A kötés hiányossága
- Vékonyabb lemezek

- **Hegesztési eljárás:**

- Alacsony huzalelőtolási sebesség
  - Kisebb mint 5.7 mpm , függ az átmérőtől
- Alacsony feszültség (15V to 20V )
- Alacsony áramerősség (35A to 150A )

- **Huzal átmérő:**

- Jellemzően kisebb huzalátmérő
  - 0.8 to 1.0 mm

- **Gázvédelem:**

- 100% CO<sub>2</sub>
- 75-80% Argon 20-25% CO<sub>2</sub>



# Hagyományos rövidzárlatos anyagátmenet

**Tipikus alkalmazások: Vékony lemez(értsd 6 mm (1/4 in.) vagy vékonyabb)**

- Lemezmegmunkálás
- Karbantartás, javítás
- Karosszéria
- Könnyűipar



# Felületi feszültség

- Minden folyékony felület rendelkezik felületi feszültség tulajdonsággal... beleértve a folyékony fémet is
- **Felületi feszültség:** „A folyadék felületi filmjének feszültsége, amelyet a felületi réteg részecskéinek a folyadék tömege általi vonzása okoz
- A folyadék felületének ez a tulajdonsága lehetővé teszi, hogy ellenálljon a külső erőknek, például a gravitációnak, molekulái kohéziós jellege miatt.
- A felületi feszültség az oka annak, hogy pozícióban hegeszthetünk (függő fej felett) a „gravitációval szemben”
  - *felületi feszültség > gravitációs erő* (a folyékony hegesztési tócsa tömege kicsi), folyékony ömledék a helyén marad, amíg a tócsa megszilárdul
  - *felületi feszültség < gravitációs erő* (a folyékony hegesztési tócsa tömege nagy), a folyékony ömledék kicsöpög a kötésből.

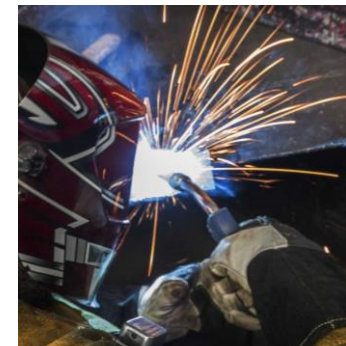
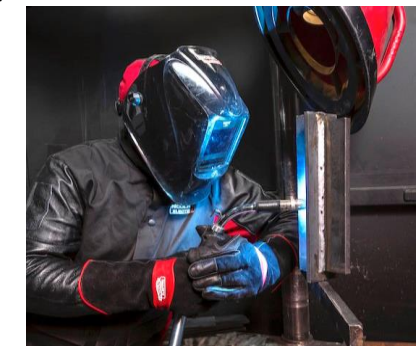
## Surface Tension Formula

$$\gamma = \frac{1}{2} \cdot \frac{F}{L}$$

$\gamma$  = **Surface Tension** (Newton per meter or N/m)

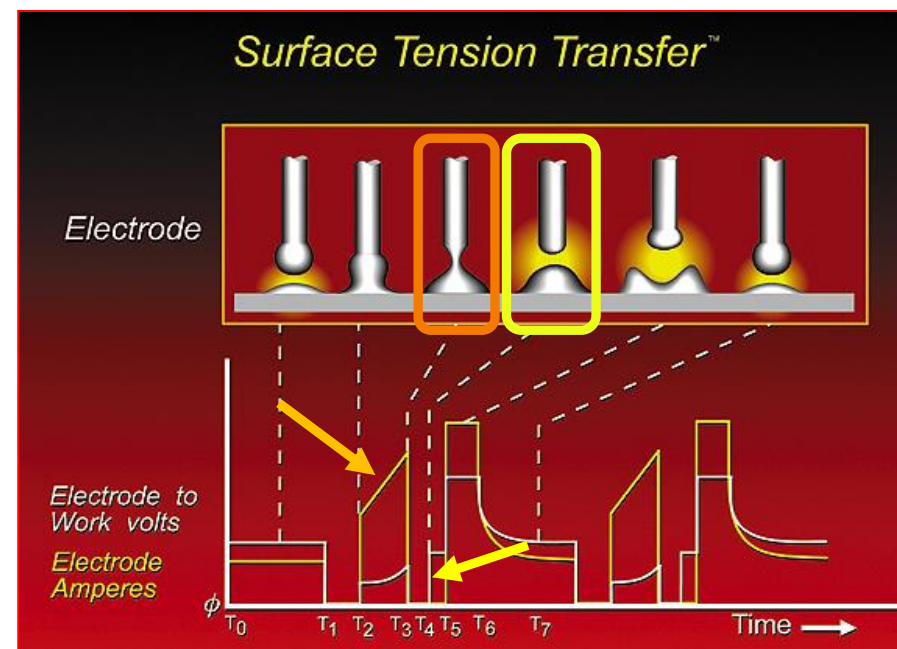
**F** = **Force** (Newton or N)

**L** = **Length** (Meter or m)



# Surface Tension Transfer (STT)

- Mi történik ezredmásodpercekben a felületi feszültség átvitele során:
  - A huzal hozzáér az anyaghoz, rövidzárlatot hoz létre, az áram megemelkedik, ellenállásfűtés lép fel, a huzal keskenyre nyúlik (mint a normál rövidzárlati átvitelnél)
  - *DE! ...Mielőtt a rövidzárlat kitörne az STT bekapcsolja az áramfékeket, az áram gyorsan leesik a háttéráram szintre (background current ~ kb. 40 amper)*
  - A folyadékcsepp ezután csak felületi feszültségen keresztül jut át a folyékony hegesztési ömledékbe, elkerülve a robbanást, így minimálisra csökkenti a fröcskölést
- **Ez az STT varázslat!**



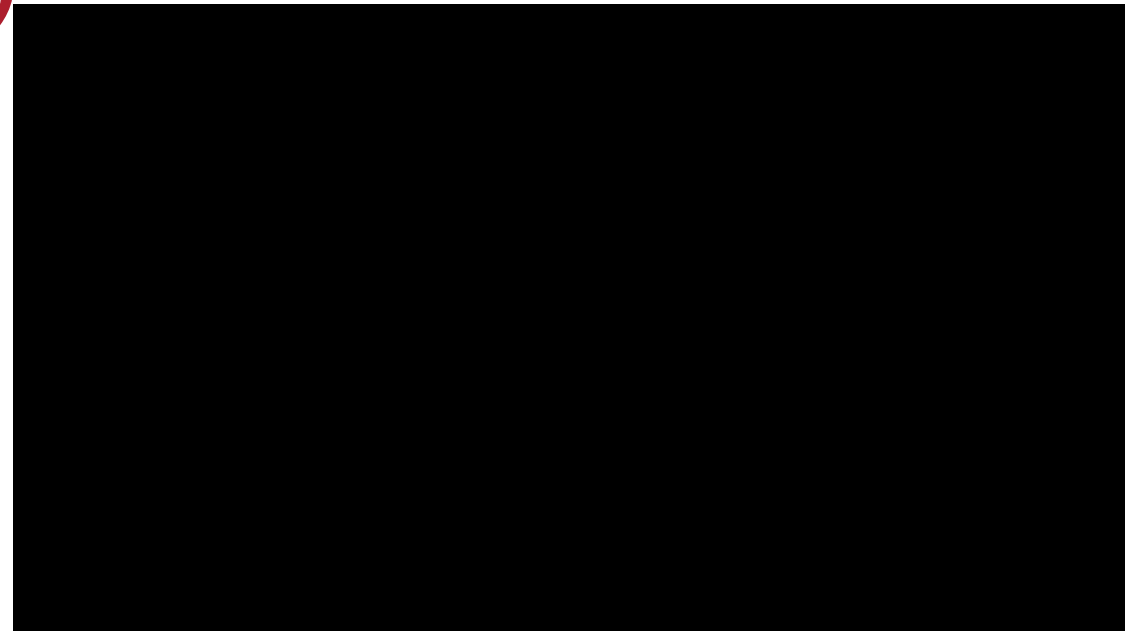
STT Process



Conventional Short Circuit

# Surface Tension Transfer (STT)

- Mi történik ezredmásodpercekben a felületi feszültség átvitele során:
  - A huzal hozzáér az anyaghoz, rövidzárlatot hoz létre, az áram megemelkedik, ellenállásfűtés lép fel, a huzal keskenyre nyúlik (mint a normál rövidzárlati átvitelnél)
  - *DE! ...Mielőtt a rövidzárlat kitörne az STT bekapcsolja az áramfékeket, az áram gyorsan leesik a háttéráram szintre (background current ~ kb. 40 amper)*
  - A folyadékcsepp ezután csak felületi feszültségen keresztül jut át a folyékony hegesztési ömledékbe, elkerülve a robbanást, így minimálisra csökkenti a fröcskölést
- **Ez az STT varázslat!**



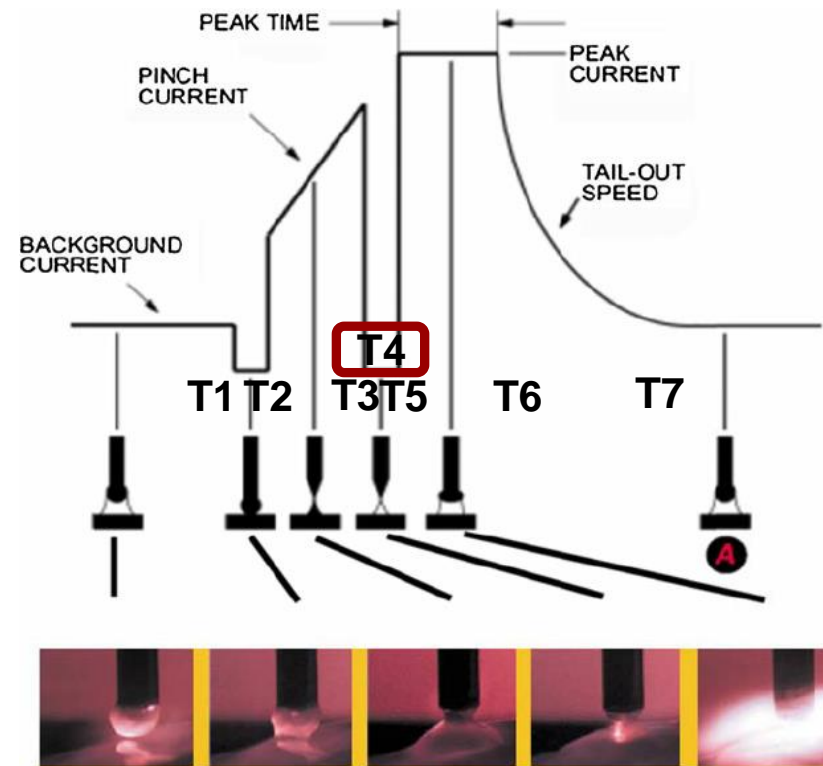
STT Process



Conventional Short Circuit

# STT Hullámforma

- **Background Current (alap vagy háttéráram)**
  - Szabályozza a varrat alakját, és minimális hőt biztosít a hozaganyag hőntartásához (T7-T1)
- **Peak Current (csúcsáram)**
  - Szabályozza az ív hosszát és elősegíti a jó fúziót (T5-T6)
- **Tailout (lefutás)**
  - Redukálja a hegesztési ömledék izgatottságát, kiküszöböli az idő előtti rövidzárakat, kisimítja az ömledéket (T6-T7)
- **T4 = Gyors feszültség jel**
- **Fontos: STT nem egy módosított impulzus mód**
  - **Pulse:** A vezeték soha nem érinti a lemezt; háttéráram során cseppek képződnek, csúcsáram során cseppátvitel – átmeneti áram felett
  - **STT:** Cseppek képződnek csúcs- és végáram közben, a vezeték hozzáér a lemezhez, cseppátvitel a háttéráram során – az átmeneti áram alatt



# STT hullámforma

Check ▶			
	Gas Coverage	Surface Contaminates	Contact Tip to Work Distance
Action ▶			

Check ▶					
	Wire Feed Speed	Travel Speed	Trim	Contact Tip to Work Distance	Push Angle
Action ▶					

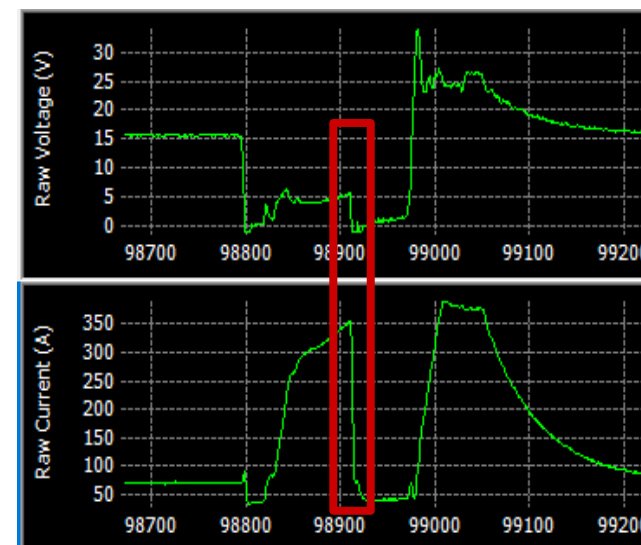
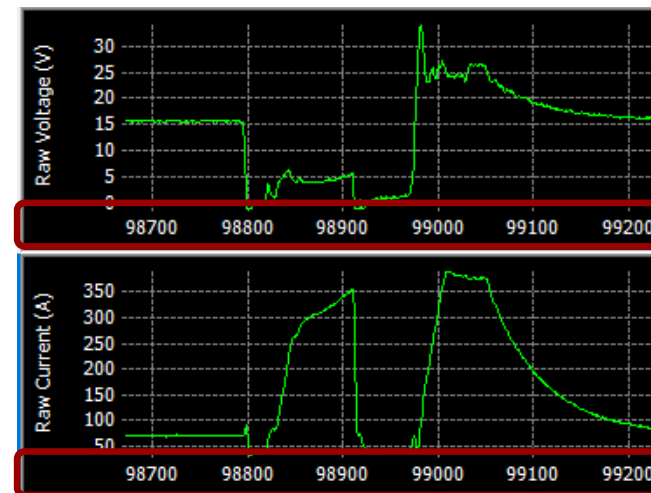
Check ▶								
	Travel Speed	Proper Feeding	Trim	Wire Feed Speed	Push Angle	Tip	Surface Contaminates	Sense Lead
Action ▶								

Check ▶				
	Trim	Travel Speed	Wire Feed Speed	Push Angle
Action ▶				

# STT érzékelő kábel használata / igénye

- Az STT megfelelő működéséhez, pontosan, a megfelelő időben kell az áramféket bekapcsolni.
- **Rossz hír:**
  - A kapcsoló bekapcsolásának hibahatára kevesebb, mint 1 milliszekundum
  - ez az időablak NEM ugyanazon a ponton történik minden egyes rövidzárlati cikluson belül... minden zárlat törlése néhány milliszekundummal tovább vagy rövidebb ideig tarthat.
- **Jó hír:**
  - Minden rövidzárlati ciklusban van egy kis, fél ezredmásodperces „feszültségváltozás”, amely közvetlenül a zárlat megszűnése előtt következik be, és ez az, amit arra használunk, hogy megmondjuk, mikor kell bekapcsolni az STT kapcsolót.
  - „**CSAK**” ki kell olvasnunk ezt a jelet, hogy az STT folyamat működjön

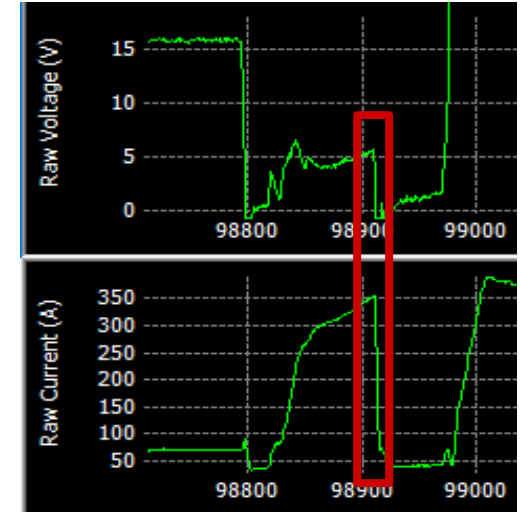
Egy rövidzárlati ciklus néhány ezred másodpers alatt megy végbe.



# STT érzékelő kábel használata / igénye

- **Rossz hír:**
  - A hegesztőáramkör induktivitása és ellenállása miatt a kimeneti csapoknál a feszültség mérése NEM elég pontos ahhoz, hogy az STT megfelelően működjön.
    - Nem ad precíz információt mikor keletkezik az a fél ezredmásodperces feszültségjel
- **Megoldás!...használjunk érzékelő vezetéket**
- „Egyetlen” módja annak, hogy érzékelje azt a fél millisecundum időt, amikor aktiválni kell az STT kapcsolót
- Az első STT gép óta mindig szükség volt érzékelő vezetékre.

- **Eddig...**



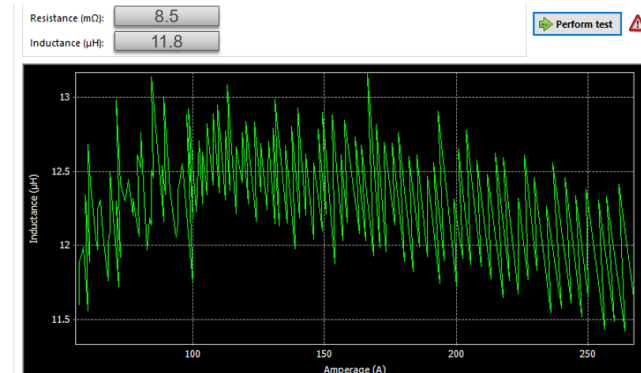
History of STT		
<ul style="list-style-type: none"><li>• July 1985<ul style="list-style-type: none"><li>– Research began<ul style="list-style-type: none"><li>➢ Goal of developing a short circuiting welding process using 100% CO2 gas which eliminates spatter</li></ul></li></ul></li><li>• 1987<ul style="list-style-type: none"><li>– Prototype machine<ul style="list-style-type: none"><li>➢ Prototype showed significantly reduced spatter</li><li>➢ Very stable arc, 50% less fume than conventional CV</li><li>➢ Sense lead required</li></ul></li></ul></li><li>• 1995<ul style="list-style-type: none"><li>– Invertec STT®<ul style="list-style-type: none"><li>➢ For sale</li><li>➢ Non-Synergic STT® modes only</li><li>➢ Sense lead required</li></ul></li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1998<ul style="list-style-type: none"><li>– Invertec STT® II<ul style="list-style-type: none"><li>➢ STT® II introduced obsoleting the original STT®</li><li>➢ Tailout knob added</li><li>➢ Improved cooling to allow 50° C (122° F) operation</li><li>➢ Non-Synergic STT® modes only, Sense lead required</li></ul></li></ul></li><li>• 2002<ul style="list-style-type: none"><li>– Power Wave 455M STT®<ul style="list-style-type: none"><li>➢ STT® circuitry added to the Power Wave</li><li>➢ New Synergic STT® modes added</li><li>➢ Non-Synergic STT® still offered</li><li>➢ Sense lead required</li></ul></li></ul></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 2012<ul style="list-style-type: none"><li>– Power Wave S350, S500<ul style="list-style-type: none"><li>➢ Optional STT® module offered</li><li>➢ Both Synergic and Non-Synergic STT® modes</li><li>➢ Sense lead required</li></ul></li></ul></li><li>• 2015<ul style="list-style-type: none"><li>– Power Wave S350, S500<ul style="list-style-type: none"><li>➢ Optional Advanced module offered</li><li>➢ Both Synergic and Non-Synergic STT® modes</li><li>➢ HF TIG modes and AC modes</li><li>➢ Sense lead required</li></ul></li></ul></li></ul>



# Cable View™ Technológia = Nem kell érzékelő vezeték

- A kapcsoló bekapcsolásához továbbra is szükséges tudni, hogy mikor következik be a feszültség jel változás.
- **A különbség:**
- A Power Wave egy „nagy sebességű számítógép”, amely másodpercenként milliószor dolgoz fel adatokat
- **Megoldás:**
  - *Hegesztés közben méri a hegesztő áramkör inuktivitását, ellenállását a kimeneti csapokról.*
  - **Kompenzál**

A POWERWAVE Manager képes „kábel teszt” opción keresztül inuktivitást és ellenállást mérni. A „Cable View Technology” ezt a mérést futtatja - folyamatosan- hegesztés közben.



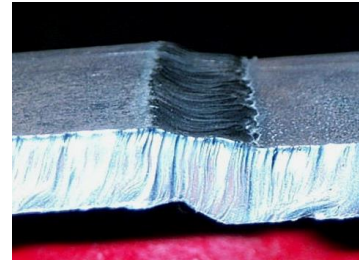
# *Cable View™ Technológia = Nem kell érzékelő vezeték*

- **A Cable View technológiával végzett STT hegesztéshez már nincs szükség érzékelő vezetékre**
- ***Nagy előny az ügyfelek számára***
- ***PIPEFAB System (Cable view technológia – alapfelszereltség)***
- ***Power Wave 300C (Cable view technológia – alapfelszereltség)***



# Az STT eljárás előnyei:

- **Alacsony fröcskölés**
  - Az eredeti STT tervezési cél fogyóelektródás eljárás volt, 100% Co2 védőgáz mellett alacsony fröcsköléssel
  - *Kevesebb utómunka*
- **Minden pozíciós hegesztés**
  - *Átlapolás, horizontális, vertikális (le), fej feletti*
- **Kiválóan működik nyitott gyököknél.**
  - Kiválóan működik különböző gyökhézagoknál
  - *Képes kezelni az éleltolódást*
- **Kontrolált hőbevitel**
  - Kevesebb vetemedés; jó mechanikai tulajdonságok
  - Alacsonyabb hőbevitel, különösen a TIG hegesztéshez képest a gyöknél



# Az STT eljárás előnyei:

- **Jól működik különféle anyagtípusoknál**
  - Szénacél, alacsony ötvözött acél, rozsdamentes, nickel bázisú fémek, ívhegztő forrasztás (CuSi)
- **Nagyobb hozaganyag átmérő**
  - Alacsonyabb hozaganyag költség
- **Használható 100% CO<sub>2</sub> (szénacél)**
  - Alacsonyabb gázköltség, mint mixgáz
- **Egyszerűbb használat, mint TIG, MMA**
  - Gyorsabb tanulás
- **Jobb minőség a MMA-val szemben**
  - Kiküszöböli a Hot pass szükségességét
  - Megszünteti a gyökcsiszolás szükségességét
  - Megszünteti a salakbezáródás kockázatát
- **Környezet**
  - Kevesebb füstképződés, mint MMA



# Hol alkalmazzuk az STT-t

- **Standard STT**

- **Elvárás a kevés fröcskölés**
- **Elvárás a kis hőbevitel**
- **Vékony lemezek**
- DC+

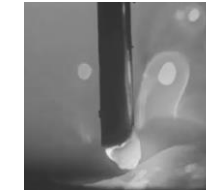
- **AC STT**

- Váltakozó DC+ - DC-
- **„Nagyon” vékony lemezek (0.6 - 1.3 mm, átégés nélkül)**
- Szinte kizárólag robotalkalmazásoknál használják
  - **Kritikus az állandó haladási sebesség és a munkaszög**
- **Csak „Advance module” vagy „STT module” használatával**

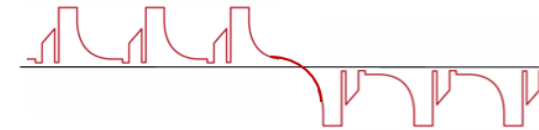
- **STT ívhegesztő forrasztás (keményforrasztás)**

- MIG eljárás CuSi huzallal (STT BRAIZING)
- **Robot / automatizált alkalmazások**

Conventional Short Circuit



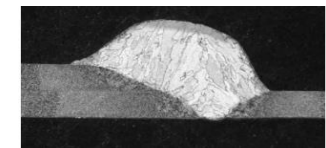
STT Process



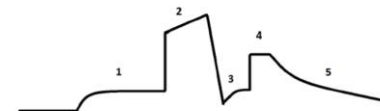
Advanced Module



Details	
Base Material Thickness and Type	0.6 mm to 0.6 mm carbon steel
Travel Speed	35 in/min [89 cm/min]
Weld Process	AC STT



**35<sup>IPM</sup>**  
[89 cm/min]



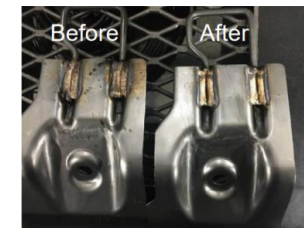
1. Wire in  
Molten ball makes initial contact with weld pool and current is instantly reduced.

2. Pinch Current  
As the wire necks down, special circuitry determines that the short is about to break.

3. Detachment  
The STT Switch quickly reduces the current at the instant the droplet detaches, reducing spatter.

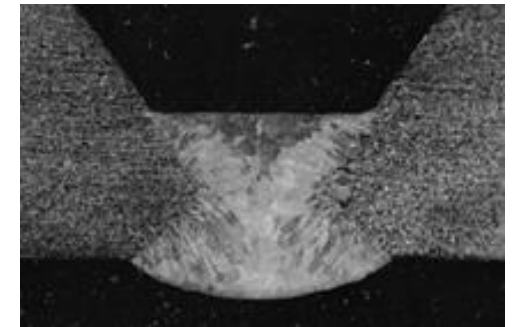
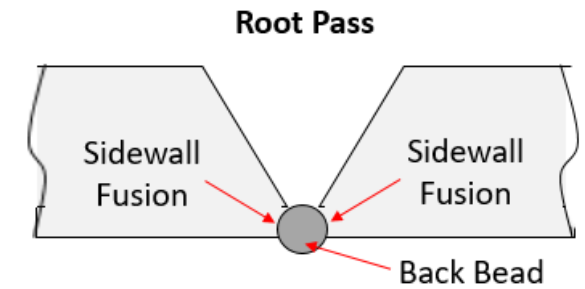
4. Peak Current  
Peak Current sets a pre-defined arc length.

5. Tailoff & Background  
Background regulation maintains a consistent molten ball size.



# STT folyamat további előnyei

- **Hézagok áthidalása fúzió hiánya nélkül**
  - *Ideális eljárás nyitott gyököknél...csőgyök varrat*
    - Sokkal könnyebben biztosítható az oldalfalak összeolvadása és a jó korona-gyök oldal... összehasonlítva a hagyományos rövidzárlatos hegesztéssel nyitott gyök esetén
  - Az STT nyitott gyök hegesztésre való alkalmassága nem az eredeti tervezési cél volt, hanem a terepen felfedezett kísérletek után fejlesztették tovább, nem sokkal a termék tesztelése, bevezetése után



# Cső gyök hegesztés: STT vs. Más eljárás

- Három eljárás cső gyök hegesztésre

## 1. TIG

## 2. Elektróda

- Cellulosic rods (6010)
- E7016 low hydrogen

## 3. MIG / MAG

- STT előnyei

- **Alacsony diffúzióképes hidrogéntartalom**

- Cell elektródához képest

- **Jobban kezelhető , mint MMA és TIG**

- **Gyorsabb mint TIG**

- **Soronként vastagabb leolvadás**

- **Kevesebb utómunka, mint MMA**

- **Nagyobb produktivitás!**

	GTAW	SMAW	STT
Joint Detail			
Req'd Skill Level	High	High	Medium
5G Progression	Vertical-Up	Vertical-Down	Vertical-Down
Filler Wire Size	1/8" (3 mm)	5/32" (4 mm)	.045" (1.2 mm)
Volts	11	23	17
Amps	100	120	160
Travel Speed (in/min.)	3	12	10
Travel Speed (mm/min.)	76	305	254
Heat Input (kJ/in.)	22	14	16
Deposition Rate (lbs/hr)	0.61	3.2	4.6
Deposit Thickness	0.060" (2 mm)	0.080" (2 mm)	0.160" (4 mm)
Cleaning		Grind wagon tracks	Wirebrush silicates, grind starts/stops
18" Pipe Cleaning Time (min.)	0	3	1
# of Passes	3	2	1
18" Pipe Time per Pass (min.)	18,84	4,71	5,652
Total time to complete a root (min.)	56,52	12,42	6,652
Operating Factor (%)	30	40	50
18" Pipe Joints per 8-hour day	3	15	36

# *STT vs MMA*



***Köszönöm a figyelmet!***