



INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ

**Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1**

**Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT**

**Název: Svařování**

**Téma: Svařování elektrickým odporem**

**Autor: Ing. Kubíček Miroslav**

**Číslo: VY\_32\_INOVACE\_21 – 16**

**Anotace:** Slouží jako podklad pro výuku svařování. Text určen pro studenty 3. ročníku střední odborné školy oboru strojírenství. Vytvořeno v listopadu 2013.

# svařování elektrickým odporem

Svařovaným materiálem protéká v místě spoje elektrický proud. Zde je největší přechodový odpor, materiál se ohřeje na teplotu svařování a tlakem spojí (svaří). Teplo  $Q$ , které vzniká, je dáno Joulovým zákonem.

$$Q = I^2 R t,$$

kde  $I$  je intenzita elektrického proudu,

$R$  – celkový elektrický odpor v místě svaru,

$t$  – svařovací čas.

Vzhledem k nízkým hodnotám pracovního napětí (0,5 až 20 V) a elektrického proudu (součásti krátké a masivní) se musí použít vysokých proudů (10<sup>5</sup> A i více). Potřebné teplo pro svařování se získá buď působením vysokých proudů v krátkém čase (tzv. *tvrdý režim*), nebo působením nižších proudů po delší dobu (tzv. *měkký režim*). U moderních svářeček se dává přednost tvrdému režimu.

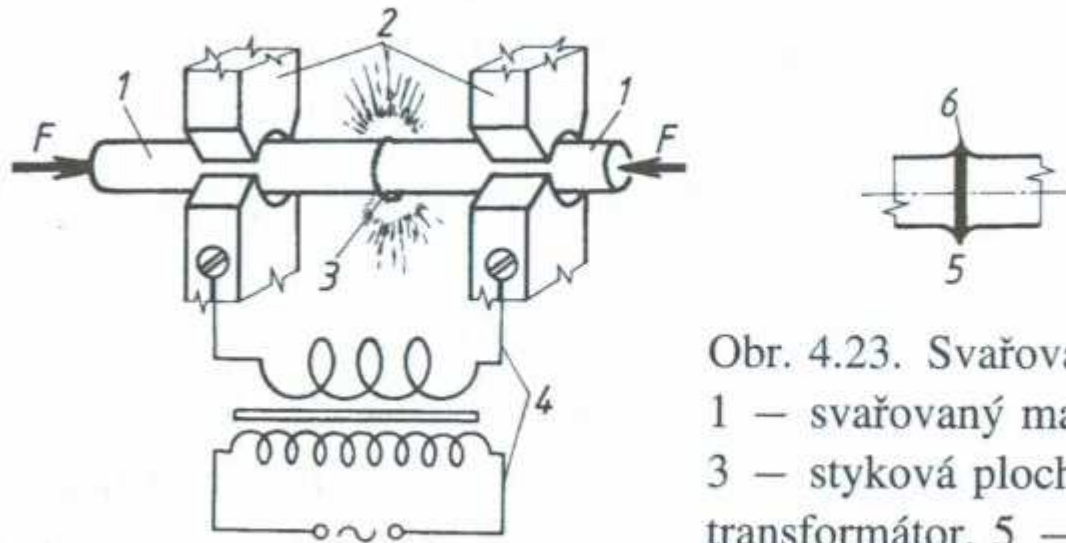
# SVAŘOVÁNÍ ELEKTRICKÝM ODPOREM

- Používá se v kusové i sériové výrobě
- Možnosti automatizace
- Odporová svářečka má části
  - **Elektrickou** – svařovací transformátor k ohřevu materiálu na teplotu svařování
  - **Mechanickou** – upínací a přitlačovací zařízení
- Postup práce svářečky
  - **Sevření** svařovaných součástí dosedacím tlakem
  - Potom se do elektrod **pustí svařovací proud**
  - Po svaření se **nejdříve** přeruší přívod proudu
  - Potom se **zruší** dosedací **tlak**
- Podle druhu získaného spoje dělíme odporové svařování
  - Stykové ( na tupo)
  - Bodové, švové, výstupkové

# STYKOVÉ NA TUPO

Střídavý proud se přivádí ze sítě na svorky primárního vinutí transformátoru. V sekundární cívice se indukuje proud o napětí 1 až 12 V.

Svařování probíhá nejčastěji odtavovacím způsobem (obr. 4.23). Stykové plochy nemusí být pečlivě očištěny a upraveny, protože nerovnosti se odstraní odtavením. Součásti se přivedou do elektrického

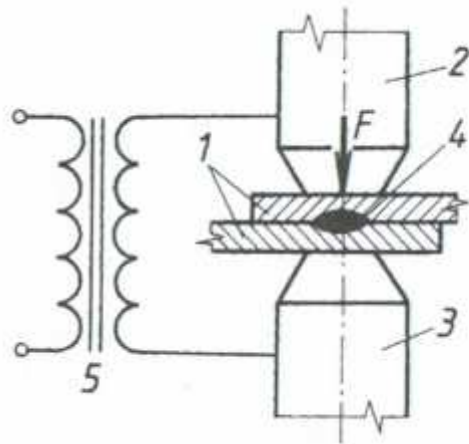


Obr. 4.23. Svařování stykové

1 – svařovaný materiál, 2 – čelisti,  
3 – styková plocha, 4 – svařovací  
transformátor, 5 – po svaření, 6 – otřep

kontaktu. Tím se okolí stykových ploch ohřeje na odtavovací teplotu. Po zažehnutí oblouku nastává vlastní odtavení, ze svarových ploch srší jiskry (ochrana proti oxidaci spoje). Protože materiál ubývá, musí se součásti k sobě přibližovat. V další fázi se součásti (bez přerušení jiskření) k sobě přitlačí a svaří. Natavený materiál tuhne ve tvaru čočky. Přitlačením se ještě odstraní zbylé nečistoty a vytvoří se charakteristický otřep. Svar má velmi dobrou jakost.

# SVAŘOVÁNÍ BODOVÉ



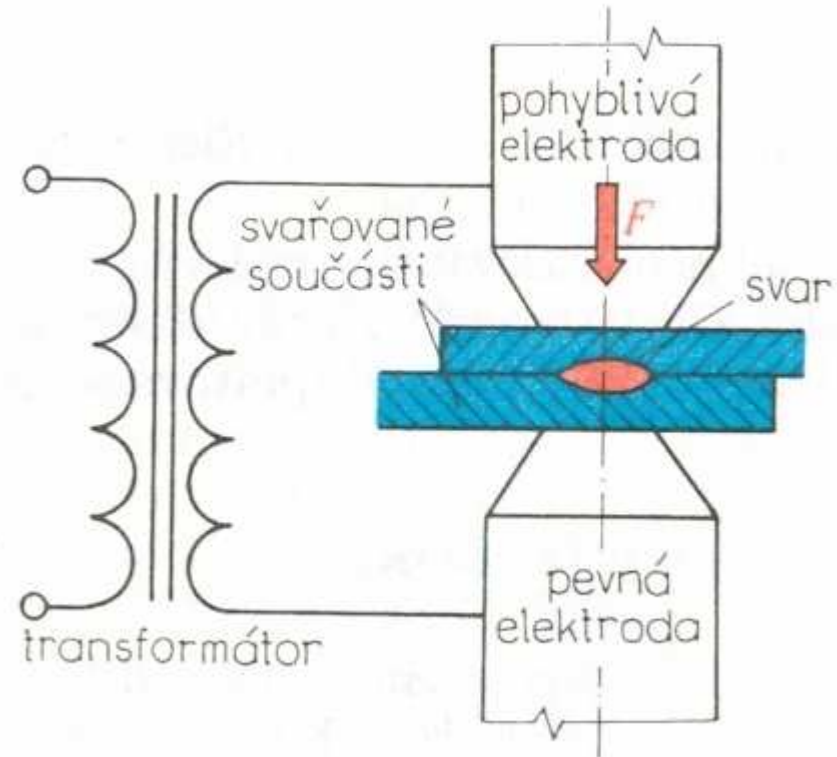
Obr. 4.24. Svařování bodové

1 – svařované součásti, 2 – pohyblivá elektroda,  
3 – pevná elektroda, 4 – svar, 5 – svařovací  
transformátor

Součásti se přeplátují, sevrou mezi dvě elektrody a zapne se elektrický proud. Roztavení a svaření nastane ve stykových plochách obou součástí, v místě největšího přechodového odporu (obr. 4.24). Jakmile je svar proveden, vypne se nezávisle na obsluze svařovací okruh. Svar dále tuhne pod tlakem, takže je zabráněno vzniku staženin. Elektrody jsou z mědi nebo jejích slitin a uvnitř chlazeny vodou. Vlivem chladicího účinku má svar jemnou krystalizaci. K časovému omezování proudů se používá elektromagnetických stykačů (do 0,1 s) nebo elektronických prvků.

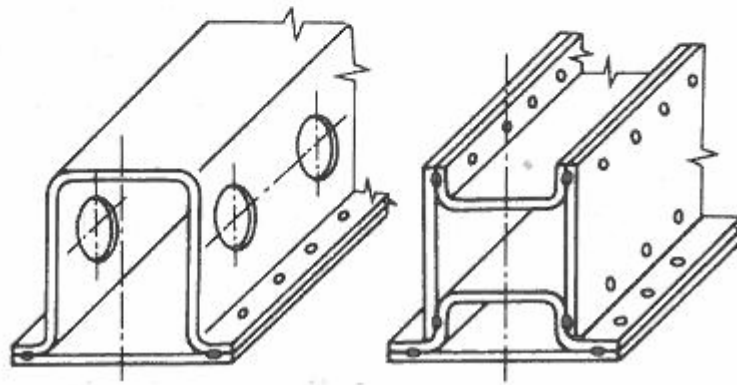
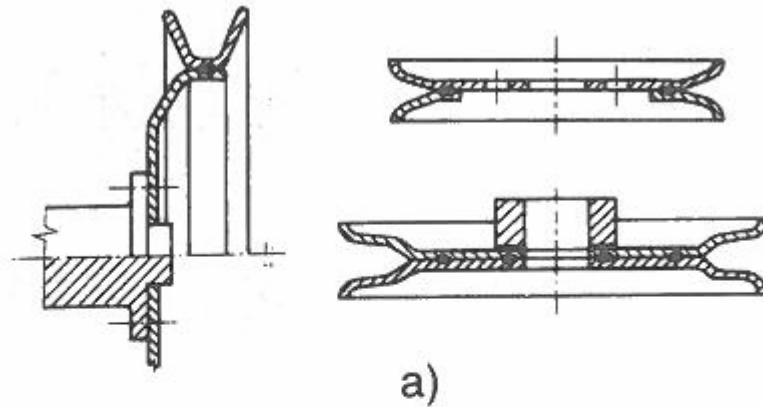
# SVAŘOVÁNÍ ELEKTRICKÝM ODPOREM

- BODOVÉ



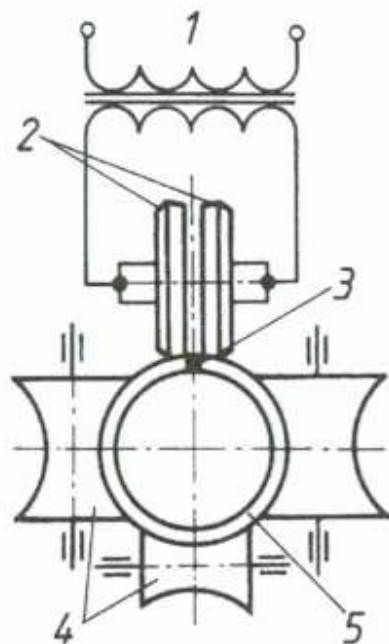
# SVAŘOVÁNÍ ELEKTRICKÝM ODPOREM

- PŘÍKLADY BODOVÉHO (a) A ŠVOVÉHO SVAŘOVÁNÍ – klínová řemenice, nosníky



# ŠVAŘOVÁNÍ ŠVOVÉ

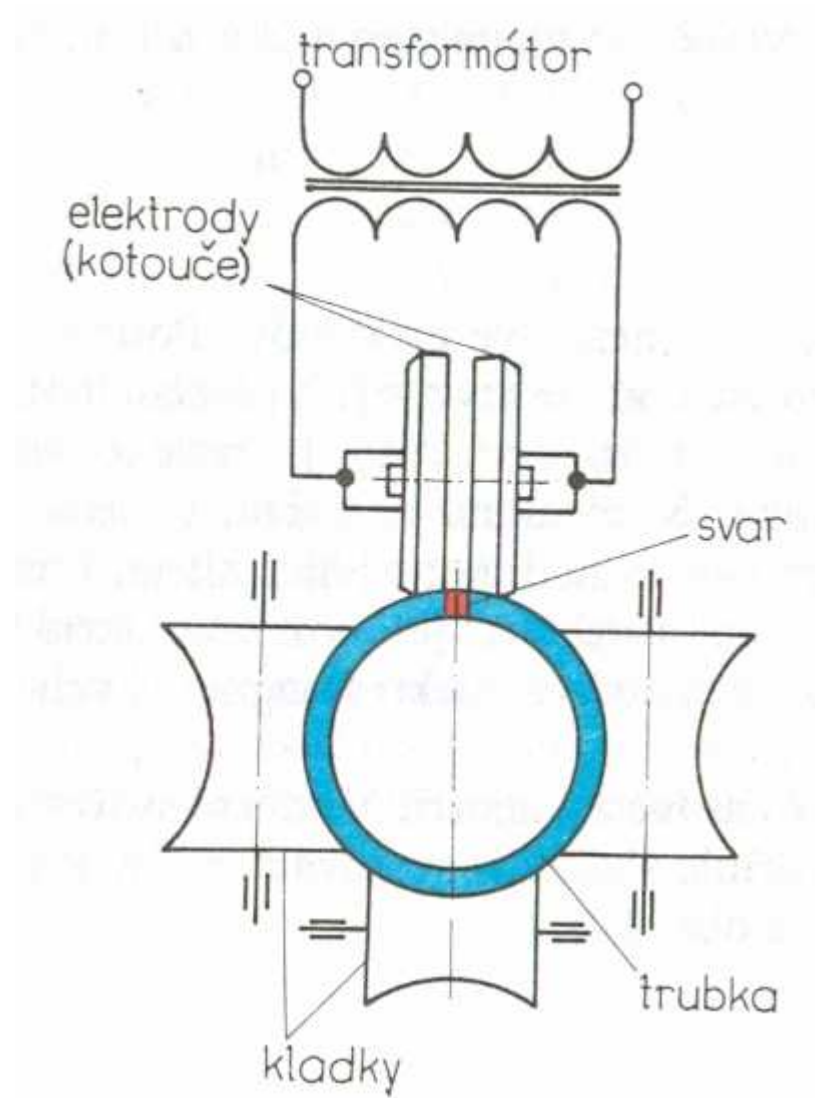
Je obdobou bodového svařování. Elektrody, chlazené vodou, mají tvar kotouče. Lze jimi zhotovit průběžné svary. Plechy tloušťky 1 mm se svařují nepřerušovaným střídavým proudem (za 1 s vznikne 100 proudových impulzů čili 100 svarů). Plechy větších tlouštěk se svařují přerušovaným proudem. Zhotovené spoje mohou být *přeplátované* nebo *tupé* (obr. 4.26).



Obr. 4.26. Švové svařování trub tupým svarem  
1 – svařovací transformátor, 2 – elektrody (kotouče),  
3 – svar, 4 – vodící a tvarovací kladky, 5 – svarek

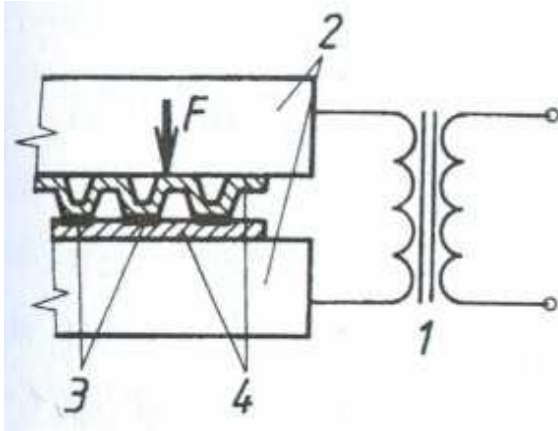
# SVAŘOVÁNÍ ŠVOVÉ

- ŠVOVÉ SVAŘOVÁNÍ TRUB TUPÝM SVAREM



# svařování výstupkové

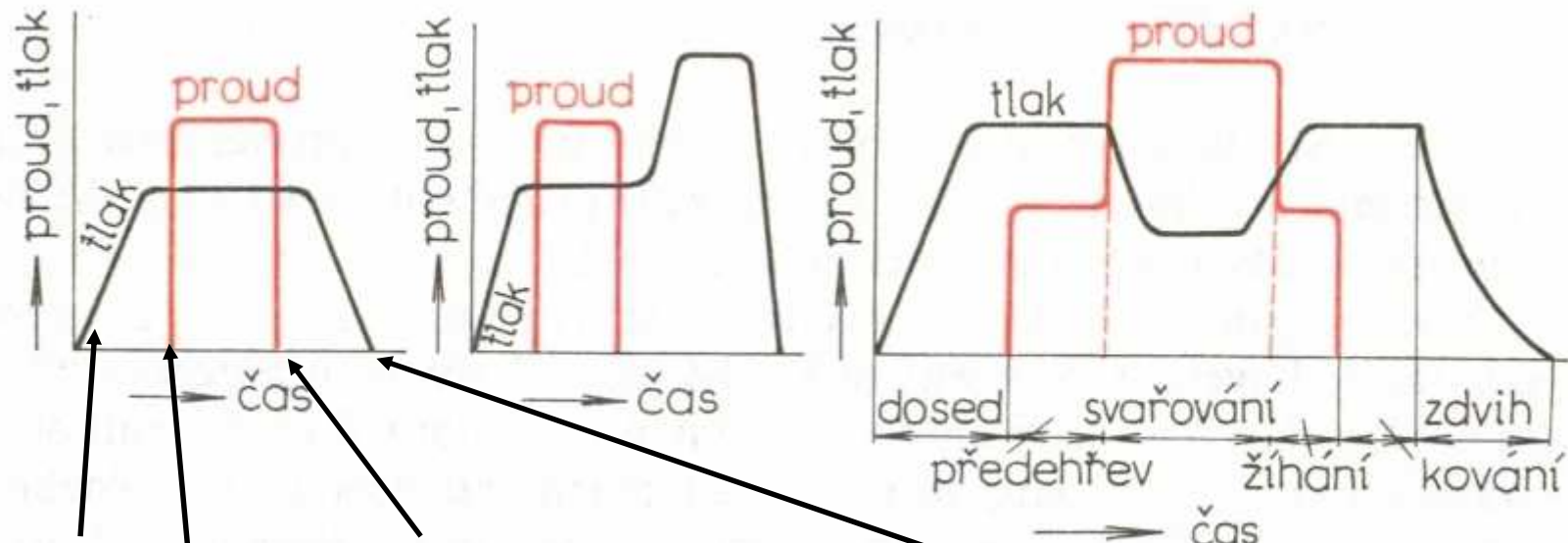
Tato metoda patří mezi nejproduktivnější způsoby odporového svařování (obr. 4.27). Ke koncentraci svařovacího proudu a tlaku do místa svaru slouží výstupky vhodného tvaru, které se zhotoví lisováním nebo obráběním. Stroje pro tento způsob svařování se nazývají **svařovací lis**. Deskové elektrody nejprve stisknou obě součásti a po dolehnutí výstupků se zapne svařovací proud. Tím dojde v místě styku obou částí k natavení a svaření. Svařovací lis pracují automaticky, podle předem nastaveného programu. Nejčastěji se svařují oceli nelegované a legované.



Obr. 4.27. Svařování výstupkové

1 – svařovací transformátor, 2 – elektrody, 3 – svar,  
4 – svařované součásti

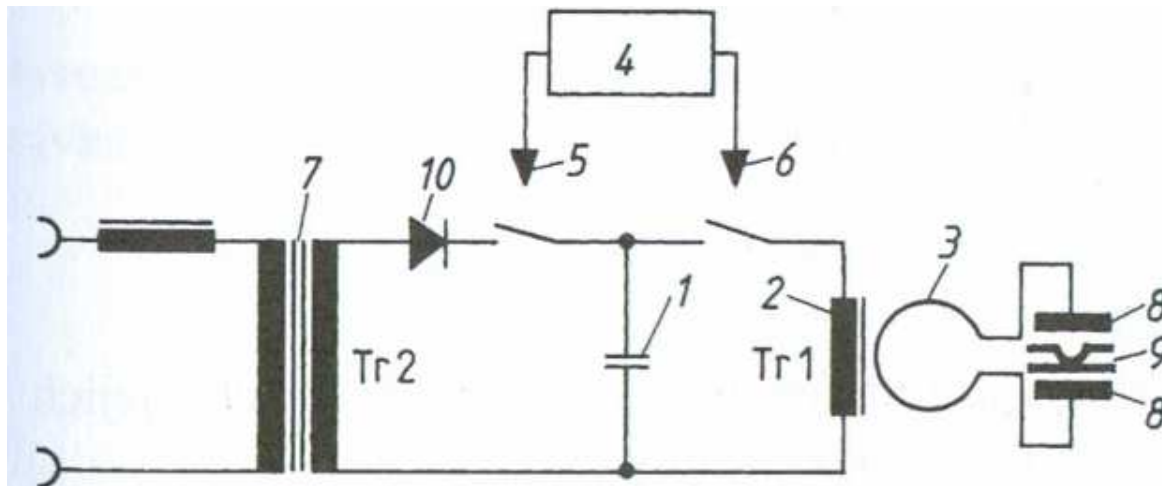
# SVAŘOVACÍ CYKLY



STISK HROTŮ VYPNOUT PROUD I UVOLNĚNÍ HROTŮ  
ZAPNOUT PROUD I

# IMPULZNÍ ODPOROVÉ SVAŘOVÁNÍ

Novou metodou, která možnosti klasického odporového svařování rozšiřuje, je **impulzní odporové svařování**. Funkční schéma této metody je na obr. 4.28. Potřebná energie se akumuluje v kondenzátorové baterii. Během svařování se tato energie vybíjí krátkým impulzem přes primární vinutí impulzního transformátoru. Na sekundárním vinutí se indukuje proudový pulz (od  $1,2$  až  $14 \cdot 10^{-3}$  s a proud  $3$  až  $300$  kA,

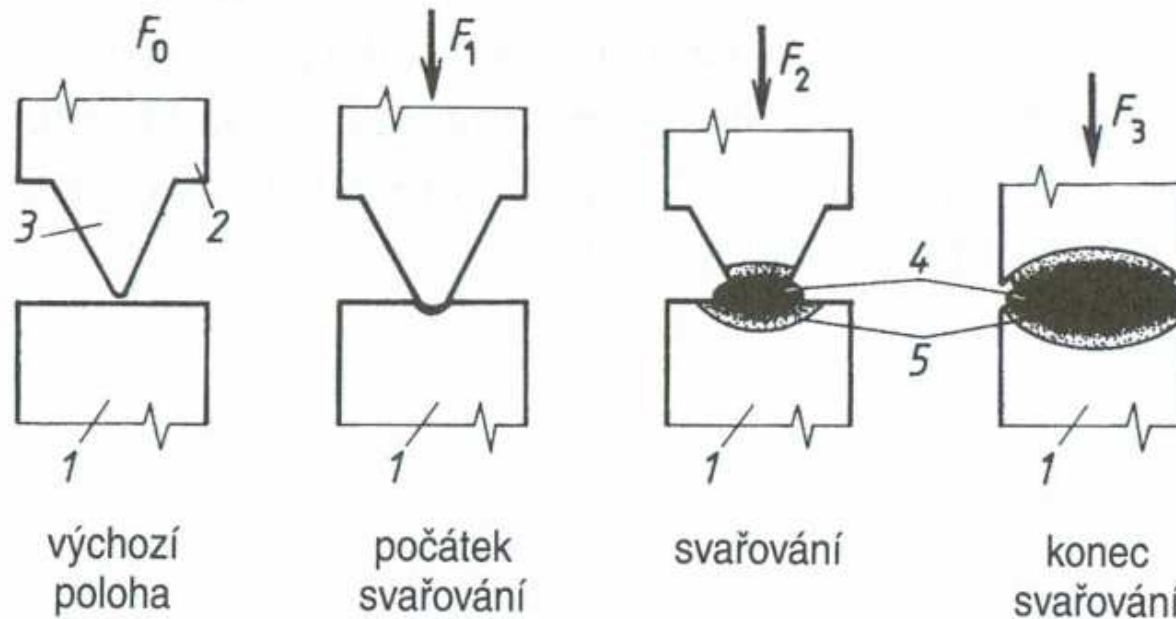


Obr. 4.28. Odporové impulzní svařování

1 – kondenzátorová baterie, 2 – primární vinutí impulzního transformátoru, 3 – sekundární vinutí impulzního transformátoru, 4 – řídicí a regulační systém, 5, 6 – spínače, 7 – transformátor, 8 – elektrody, 9 – svařované součásti, 10 – usměrňovač

# IMPULZNÍ ODPOROVÉ SVAŘOVÁNÍ

Celý proces je naprogramován ( jak protékající proud, tak i  
přítlačná síla, viz obr. 4.29)



Obr. 4.29. Schéma vzniku svaru při odporovém impulzním svařování

1 – svařovaná součást 1 (při svařování nepohyblivá), 2 – svařovaná součást 2 (při svařování přitlačovaná na součást 1), 3 – předlisovaný výstupek na svařované součásti 2,  
4 – svarová plocha, 5 – hloubka závaru

# IMPULZNÍ ODPOROVÉ SVAŘOVÁNÍ

- **Výhody** tohoto způsobu
  - Zkrácení svařovacího cyklu
  - Snížení spotřeby energie
  - Zmenšení tepelného ovlivnění okolí svaru
  - Snížení pnutí a deformací
  - Přenos tepla na elektrody je minimální – není třeba chlazení ( jednodušší konstrukce a provoz)

## Zdroje:

- HLUCHÝ M., KOLOUCH J., PAŇÁK R.,  
Strojírenská technologie 2, 1.díl, SCIENTIA,  
PRAHA, ISBN 80-7183-244-8