

STYK DVOU NAPÁJEČŮ NA KOLEJIŠTI (18.7.2006)

Autor: Jiří Sládek

Používáte na kolejišti dva napáječe? Nevíte, jak vyřešit potíže v případě jejich styku, abyste předešli zkratu a poškození lokomotivy?

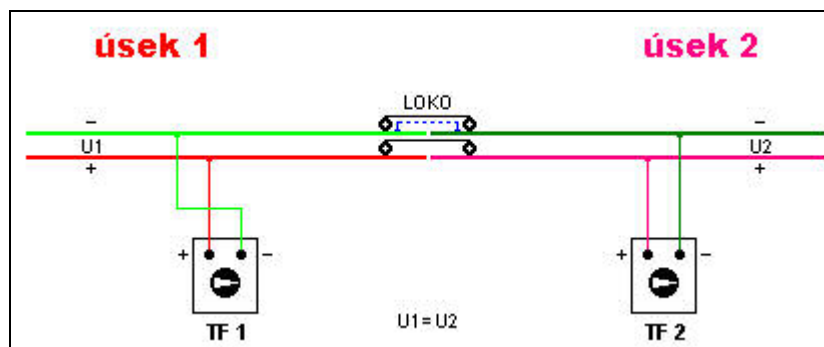
Problém se dvěma napáječi je nejen v případě opačné polarity, ale i v případě souhlasné, pokud jsou obě napětí odlišná, byť ne tak markantní. Teoreticky se v těchto případech při vjetí lokomotivy na místo přerušení vytvoří zkrat mezi oběma trafy. Vlastní motor lokomotivy zůstane mimo působení zkratového proudu, poškození ale může nastat v konstrukci lokomotivy vyhřátím vodivých kovových pásků (propadnou se do plastu) nebo rozehrátím a vytečením plastových mezikružích kol, ovšem pouze v případě delšího trvání. Doba 1-2 vteřiny není tak zhoubná, ale i ta může mít za určitých okolností své následky.

Důsledky kolizí mezi napáječi:

- Lokomotiva (ve velikosti TT) na takovémto místě začala zmateně poskakovat sem a tam (jako by se začala hádat sama se sebou). To lze vysvětlit tím, že asi ne všechna kolečka lokomotivy vedla proud jak měla, lokomotiva přeskakovala mezi oběma napětími a tak tedy vlastně k žádnému zkratu nedošlo a tím ani k žádnému poškození. Samozřejmě pomínou-li vykolejené vozy, které si vzniklou situaci vyložily po svém (pohled na to nebyl nic moc, tomu vrahovi bych vlastní lokomotivu nesvěřil). Nicméně by po nějaké chvíli ke zkratu mohlo samozřejmě dojít.
- Parní lokomotiva s tendrem (ve velikosti H0) vjela na řešené místo, tendr byl napájen jedním napáječem, lokomotiva druhým, kouřový efekt byl takřka dokonalý, nevěrohodné bylo pouze to, že se kouřilo mezi tendrem a lokomotivou, žel shořely pružinky, které elektricky propojovaly tendr s lokomotivou.
- Kdysi mi kamarád přinesl krabici lokomotiv, které většinou měly rozteklé středy kol, některé i části pojezdu a jedna pára měla komplet spečený rám s koly. Byl to právě výsledek působení zkratu v lokomotivě (pravděpodobně v místě izolace špatně vyřešené vratné smyčky). Nutno podotknout, že motorky byly v pořádku a nedotčeny.

K čemu při kolizích mezi ovladači dochází:

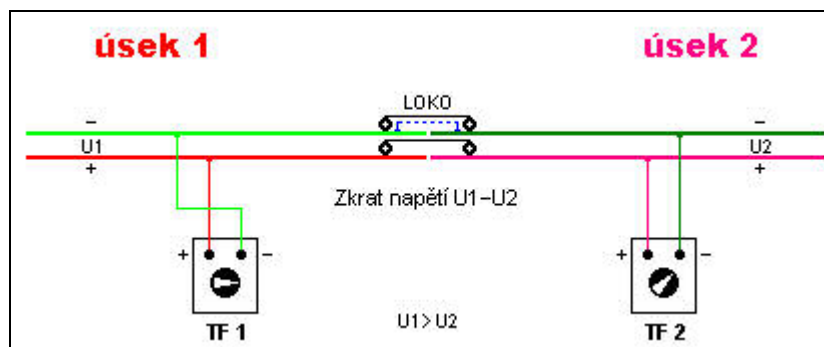
V ideálním případě přechodu lokomotivy z úseku jednoho ovladače do úseku druhého by se nemělo stát nic a lokomotiva by měla přejet, předpokládáme-li totožné nastavení obou ovladačů. Žel v praxi se nám jen těžko podaří ručně nastavit stejné napětí na obou ovladačích. Tento případ v praxi nastává tedy spíše vyjimečně (obr. 1). Lokomotiva by přejela bez jakýchkoli dalších rušivých jevů.



Obr. 1 – Ideální případ přechodu mezi ovladači

Běžně se stává, že napětí na obou ovladačích je poněkud rozdílné i v případě stejné polaroty napětí. V okamžiku přechodu lokomotivy z jednoho úseku do druhého dochází ke zkratu napětí o velikosti rozdílu napětí na obou ovladačích. Protože ale dochází ke zkratu pouze této části napětí, motor lokomotivy běží na nižší z obou napětí a lokomotiva tedy přejede mezi úseky (obr. 2).

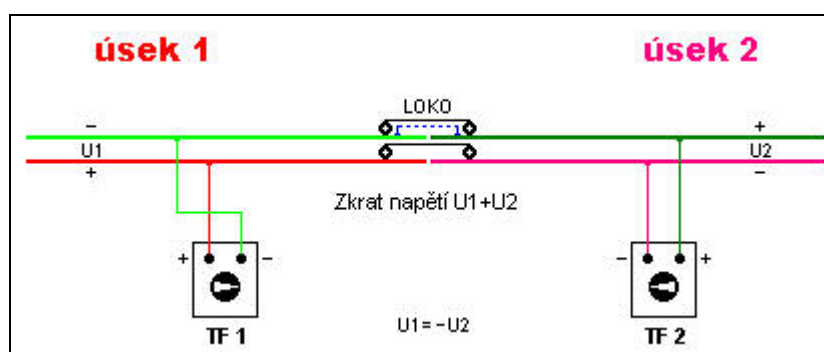
Nicméně zkratový proud prochází obvodem po dobu propojení obou úseků lokomotivou a zahřívá především místa přechodových odporů (přechody mezi kolejnicí a okolky, okolky a sběracími plíšky lokomotivy apod.). Čím větší je rozdíl mezi napětími, tím větší je zkratový proud a současně i nebezpečí poškození lokomotivy.



Obr. 2 – Příklad přechodu mezi shodně polarizovanými ovladači s rozdílným napětím

Každý člověk je omylný a proto dříve či později může nastat případ, že napětí na obou ovladačích má opačnou polaritu. V okamžiku přechodu lokomotivy z jednoho úseku do druhého dochází ke zkratu napětí o velikosti součtu obou napětí na ovladačích (obr. 3). Motor lokomotivy se zastaví a obvodem prochází zkratový proud „natvrdo“ a zahřívá opět především místa přechodových odporů (přechody mezi kolejnicí a okolky, okolky a sběracími plíšky apod.).

Vzhledem k tomu, že se lokomotiva již nepohybuje, hraje čas v tomto případě proti nám.



Obr. 3 – Příklad přechodu mezi opačně polarizovanými ovladači, zkrat „natvrdo“

Škody, které takto mohou na modelech lokomotiv vzniknout, bývají většinou poměrně značné, ať již jsou to shořelé pružinky (ty jdou ještě poměrně snadno nahradit) nebo rozteklé středy kol, části pojezdu či spečený rám s koly nebo sběrací plíšky propadlé do rozehrátého plastu (to už se většinou spravit ani nedá).

Z výše uvedeného vyplývá, že takovéto nezabezpečené zapojení styku dvou ovladačů je poměrně nebezpečnou záležitostí. Vždy existuje riziko, že se toto místo stane místem, kde lokomotiva „odejde do věčných lovišť“. Spoléhání na to, že si to člověk sám ohlídá, bych v žádném případě nedoporučoval.

Určitým zabezpečením proti tomu hrozícímu nebezpečí by mohly být pojistky, které v případě zkratu automaticky odpojí zdroj. V ovladačích (tzv. trafecích) PIKO je sice ochrana proti zkratu (bimetalová pojistka), ale vzhledem k době její reakce na vzniknuvší zkrat v napájeném obvodu (řádově desítky vteřin) není schopna v námi řešených případech lokomotivu uchránit před poškozením. Tato proudová ochrana je ve skutečnosti konstruována pouze pro ochranu vlastního transformátoru před přehřátím, nikoli napájeného zařízení.

Na vlastním kolejišti jsem si navrhl jednoduchou pojistku, která v případě zkratu (přesněji při přestoupení předem nastaveného proudu) okamžitě odpojí napájecí napětí od kolejí. Okamžitě

myslím zlomek vteřiny, který jsem nebyl v domácích podmínkách schopen vůbec změřit. Navíc mám po kolejišti STOP tlačítka, která po stisku při jakékoli nehodě vybaví stejné obvody (např. při vykolejení vozu, který je vlečen po náspu).

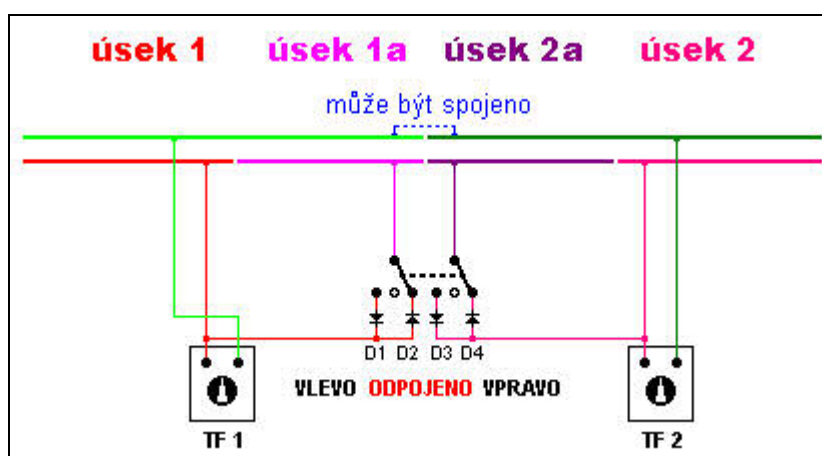
Principiálně je ale pojistka pouze řešením problému, který nastane, nemůže mu prostě zabránit. Mnohem lepší je samozřejmě prevence, to znamená systém, který vzniku kolizního stavu zabrání.

Zapojení pro bezpečný přechod vozidla mezi dvěma ovladači:

Budu popisovat jednoduché zapojení, umožňující bezpečný přechod vlaku mezi dvěma napájecími zdroji. Jeho základem je dvoupólový přepínač v kombinaci se čtyřmi usměrňovacími diodami (např. 1N 4007). Přepínačem se volí, zda vlak má jet vlevo nebo vpravo, případně ve střední poloze jsou oba směry odpojeny (obr. 4).

Koleje musí být rozděleny tak, že vzniknou celkem čtyři úseky na jedné kolejnici, druhá kolejnice může být propojena bez přerušení, jak je naznačeno, pokud tomu nebrání jiné zapojení na kolejišti. Toto propojení může poněkud zjednodušit zapojování další elektroinstalace.

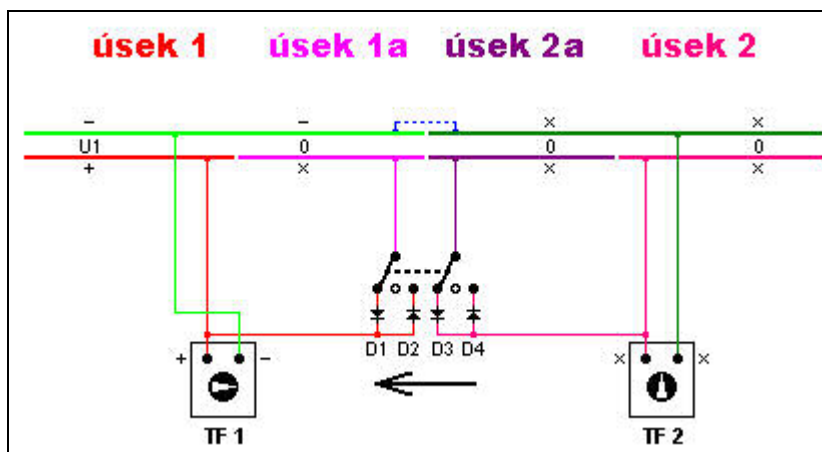
Úseky 1a a 2a doporučuji vytvořit dlouhé tak, aby na nich spolehlivě zastavila i nejdelší lokomotiva při nejvyšší provozní rychlosti (to je nutno vyzkoušet).



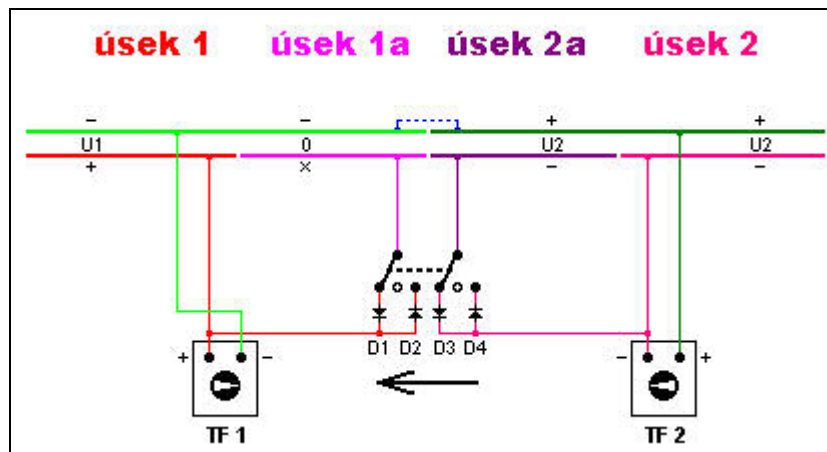
Obr. 4 – Základní zapojení místa přechodu mezi napáječi

Princip činnosti:

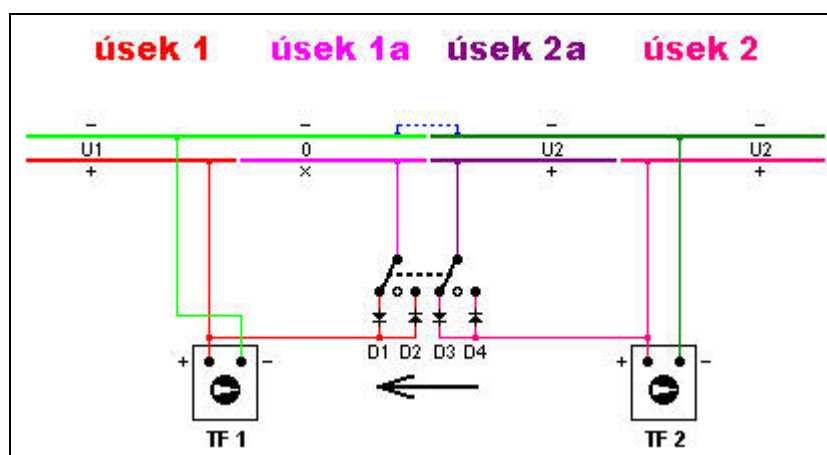
Vlak jede zleva doprava (řízen ovladačem TF 1), přepínačem je navolen směr jízdy vlevo. Lokomotiva přejede do úseku 1a, kde zastaví, protože tento úsek je bez napětí díky diodě D1, která je v uzavřeném stavu, bez ohledu na to, jaká je situace na TF 2. TF 2 může být v nulové poloze bez napětí (obr. 5), nastaven pro jízdu doleva (obr. 6) nebo nastaven pro jízdu doprava (obr. 7).



Obr. 5 – TF 1 vytočen vpravo, přepínač nastaven vlevo, TF 2 v nulové poloze

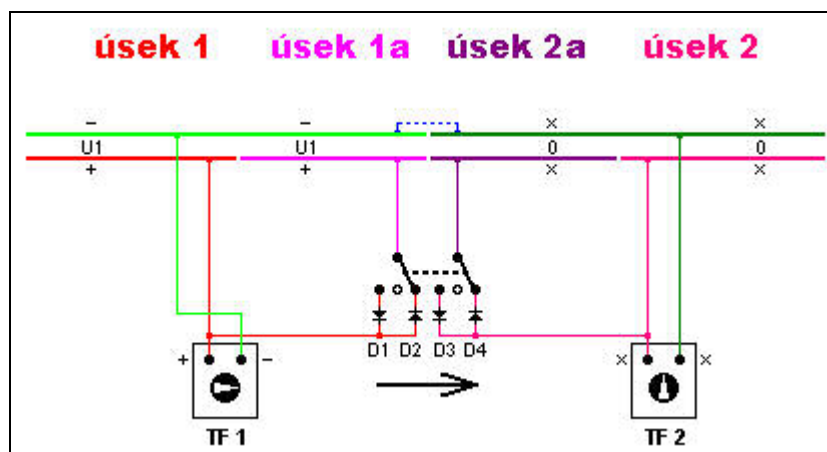


Obr. 6 – TF 1 vytočen vpravo, přepínač nastaven vlevo, TF 2 vytočen vlevo

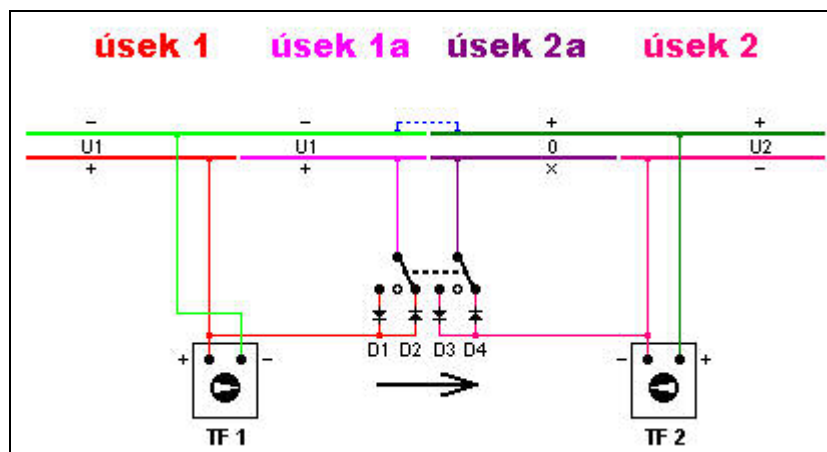


Obr. 7 – TF 1 vytočen vpravo, přepínač nastaven vlevo, TF 2 vytočen vpravo

Vlak jede zleva doprava (řízen ovladačem TF 1), přepínačem je navolen směr jízdy vpravo. Lokomotiva projede úsekem 1a napájenému díky diodě D2, která je tentokrát v otevřeném stavu, přejede do úseku 2a, kde zastaví. Tento úsek je bez napětí, protože ovladač TF 2 může být buď v nulové poloze bez napětí (obr. 8) nebo nastaven pro jízdu doleva a dioda D4 je v uzavřeném stavu (obr. 9).

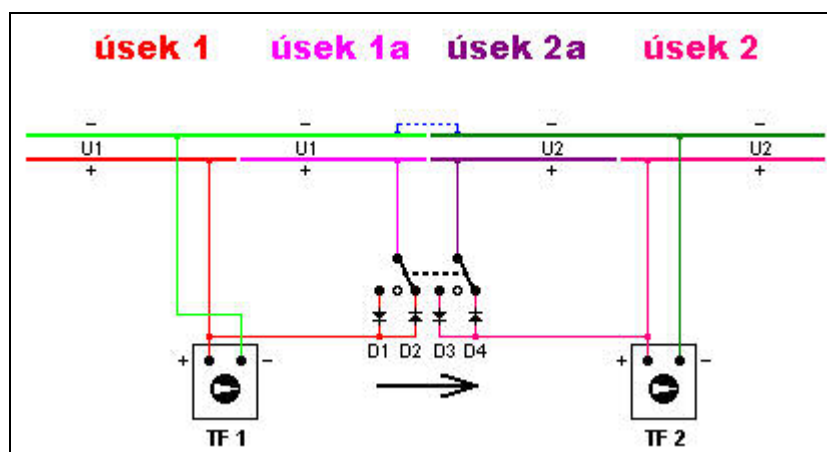


Obr. 8 – TF 1 vytočen vpravo, přepínač nastaven vpravo, TF 2 v nulové poloze



Obr. 9 – TF 1 vytočen vpravo, přepínač nastaven vpravo, TF 2 vytočen vlevo

Vlak jede zleva doprava (řízen ovladačem TF 1), přepínačem je navolen směr jízdy vpravo a TF 2 je nastaven pro jízdu doprava. Lokomotiva projede úsekem 1a napájenému díky diodě D2, která je v otevřeném stavu, dále projede úsekem 2a napájenému díky diodě D4, která je tentokrát také v otevřeném stavu, a dále přejede do úseku 2 (obr. 10).

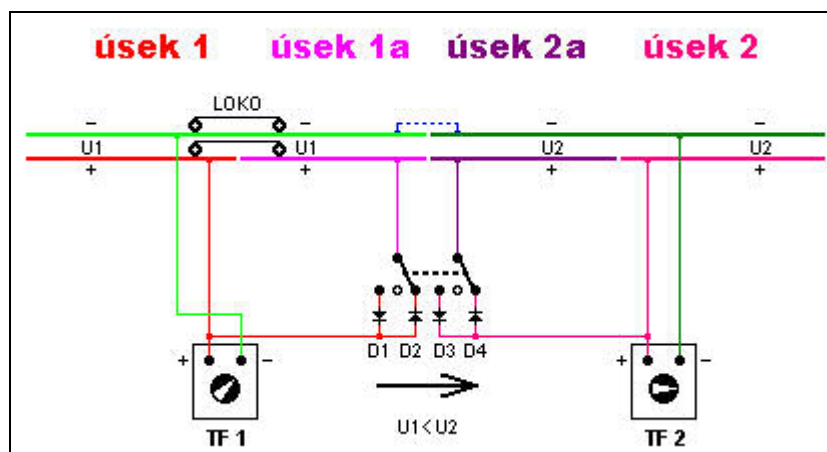


Obr. 10 – TF 1 vytočen vpravo, přepínač nastaven vpravo, TF 2 vytočen vpravo

Jak z předcházejícího textu vyplývá, tento systém je spolehlivý a technicky vylučuje možnost zkratu „natvrdo“ mezi oběma traťmi přejíždějící lokomotivou.

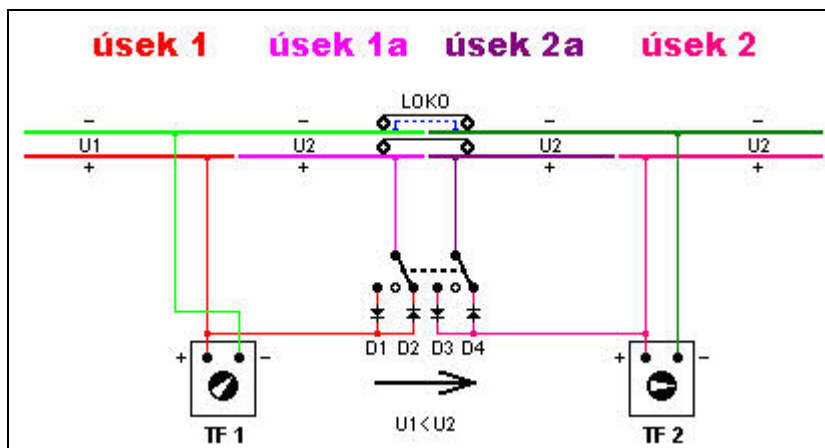
Co se ale stane v případě, že napětí na obou ovladačích v případě dle obr. 10 nebude stejně vysoké? Dojde také v okamžiku přechodu lokomotivy z jednoho úseku do druhého ke zkratu napětí o velikosti rozdílu napětí na obou ovladačích, jako tomu bylo na obr. 2?

V případě, že na TF 1 je napětí nižší než TF 2, lokomotiva propojí nejdříve úseky 1 a 1a, nic zvláštního se nestane, protože na obou je takřka stejné napětí* U_1 , a pojedje dál (obr. 11).



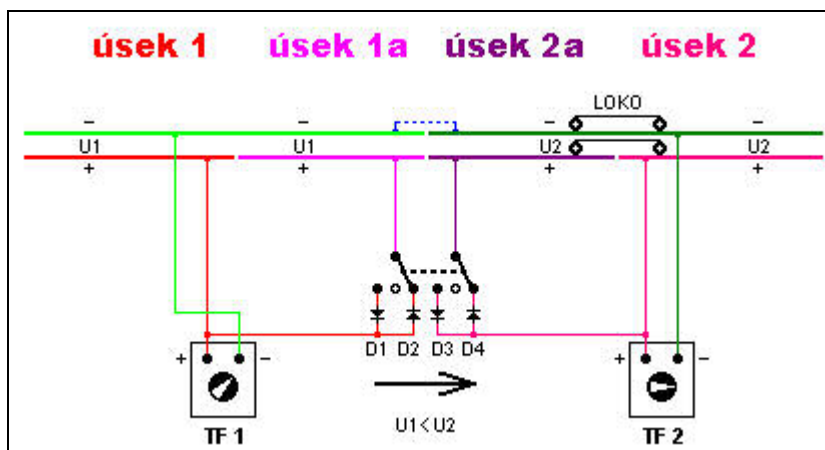
Obr. 11 – na je TF 1 nižší napětí než TF 2, lokomotiva propojuje úseky 1 a 1a

Lokomotiva pojíždí úsekem 1a až do okamžiku, kdy propojí úseky 1a a 2a, na kterém je vyšší napětí stejné polarity U_2 . V ten okamžik se napětí U_2 dostane na úsek 1a a protože je „kladnější“ než U_1 , dojde k uzavření diody D_2 , tím se napětí U_1 z TF 1 odpojí a nedojde k žádnému zkratovému jevu (obr. 12). Lokomotiva dále pokračuje v jízdě napájená napětím U_2 .



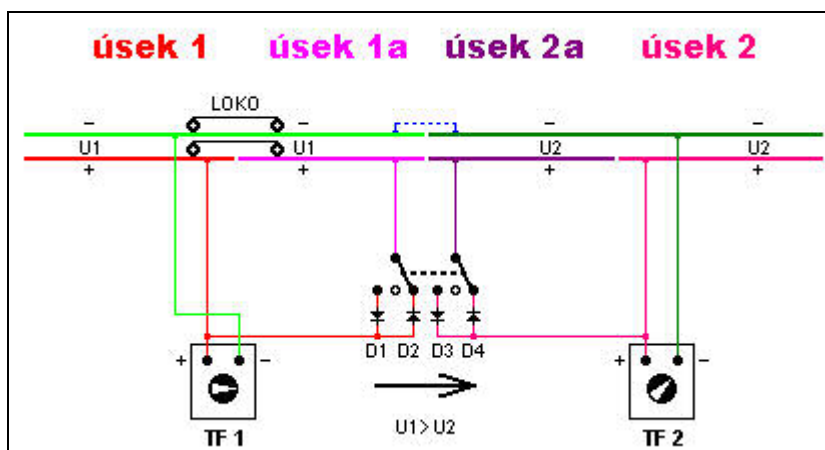
Obr. 12 – na je TF 1 nižší napětí než TF 2, lokomotiva propojuje úseky 1a a 2a

Po opuštění úseku 1a z něho zmizí napětí U_2 , dioda D_2 se otevře a na úseku 1a se opět objeví U_1 . Při propojení úseků 2a a 2 lokomotivou se opět nic zvláštního nestane, protože na obou je takřka stejné napětí* U_2 , a pojedje dál (obr. 13).



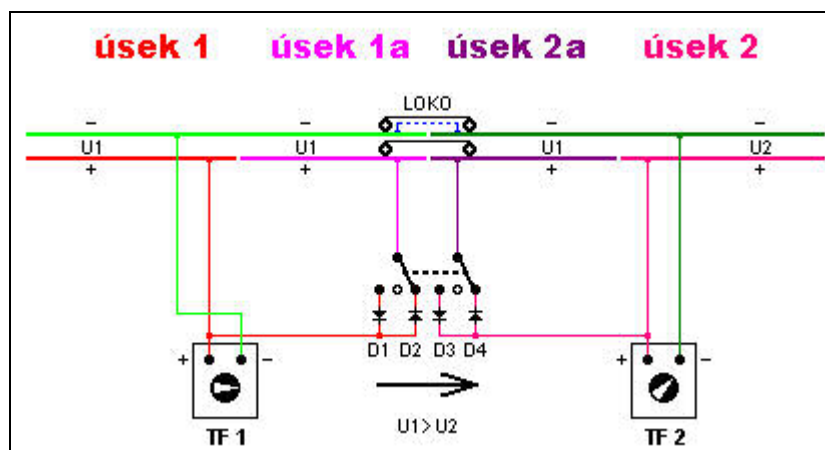
Obr. 13 – na je TF 1 nižší napětí než TF 2, lokomotiva propojuje úseky 2a a 2

V případě, že na TF 1 je napětí vyšší než TF 2, bude děj probíhat obdobě. Lokomotiva propojí nejdříve úseky 1 a 1a, nic zvláštního se nestane, protože na obou je takřka stejné napětí* U_1 , a pojedje dál (obr. 14).



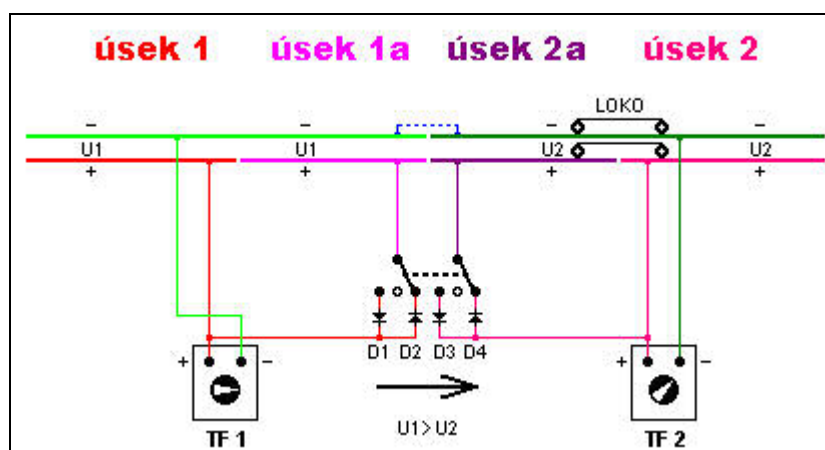
Obr. 14 – na je TF 1 vyšší napětí než TF 2, lokomotiva propojuje úseky 1a a 1a

Lokomotiva pojíždí úsekem 1a až do okamžiku, kdy propojí úseky 1a a 2a, na kterém je nižší napětí stejné polarity U2. V ten okamžik se napětí U1 dostane na úsek 2a a protože je „kladnější“ než U2, dojde k uzavření diody D4, tím se napětí U2 z TF 2 odpojí a nedojde k žádnému zkratovému jevu (obr. 15). Lokomotiva dále pokračuje v jízdě napájená napětím U1.



Obr. 14 – na je TF 1 vyšší napětí než TF 2, lokomotiva propojuje úseky 1a a 2a

Po opuštění úseku 1a z něho zmizí napětí U1 z úseku 2a, dioda D4 se otevře a na úseku 2a se opět objeví U2. Při propojení úseků 2a a 2 lokomotivou se opět nic zvláštního nestane, protože na obou je takřka stejné napětí* U2, a pojedou dál (obr. 13).



Obr. 15 – na je TF 1 vyšší napětí než TF 2, lokomotiva propojuje úseky 2a a 2

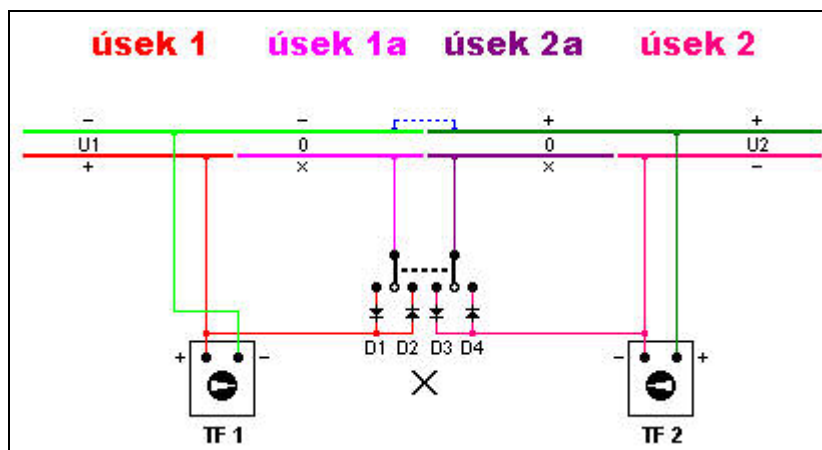
Jak je tedy vidět, toto zapojení nejen technicky vylučuje možnost zkratu „natvrdo“ mezi oběma trafy přejíždějící lokomotivou, ale umí se bez problémů vypořádat i s rozdílným napětím v případě stejné polarizace obou ovladačů, což je velice výhodné, protože tento stav nastává velice často.

Využití střední polohy třípolohového vypínače v zapojení:

Doposud jsem popisoval chování zapojení v případě, že používáme přepínač ve stavu „vlevo“ nebo „vpravo“. To odpovídá použití dvoupolohového přepínače, ale v obrázcích jsem nakreslil třípolohový. Dvoupolohový přepínač lze samozřejmě použít, ale při použití třípolohového získáme navíc ještě jednu drobnou výhodu.

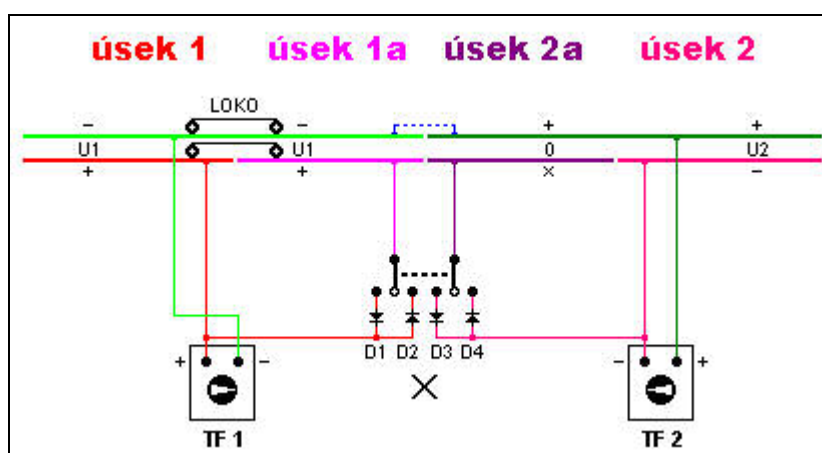
Popisované zapojení bylo původně navrženo pro použití při vzájemném spojování kolejí mezi nimi.

Při použití třípolohového přepínače ve střední poloze (vypnuto) zamezuje toto zapojení nežádoucímu přejetí vlakové soupravy do úseku druhého napáječe (obr. 16).

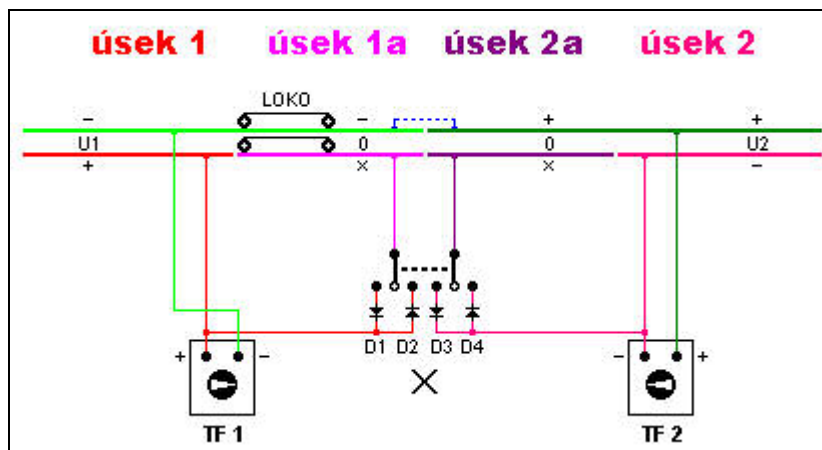


Obr. 16 – stav při směrovém přepínači v nulové poloze

V případě, že při vypnutém směrovém vypínači pojedou lokomotiva z úseku 1 do 1a propojí oba tyto úseky a pojedou dál (obr. 17). Jakmile přejede do úseku 1a, tak zastaví, protože tento úsek je bez napětí díky odpojenému směrovému přepínači (obr. 18).



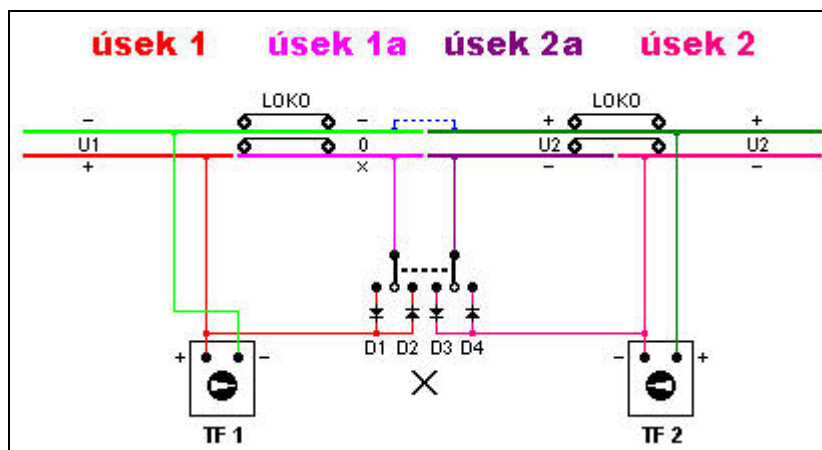
Obr. 17 – směrový přepínač v nulové poloze, lokomotiva propojuje úseky 1 a 1a



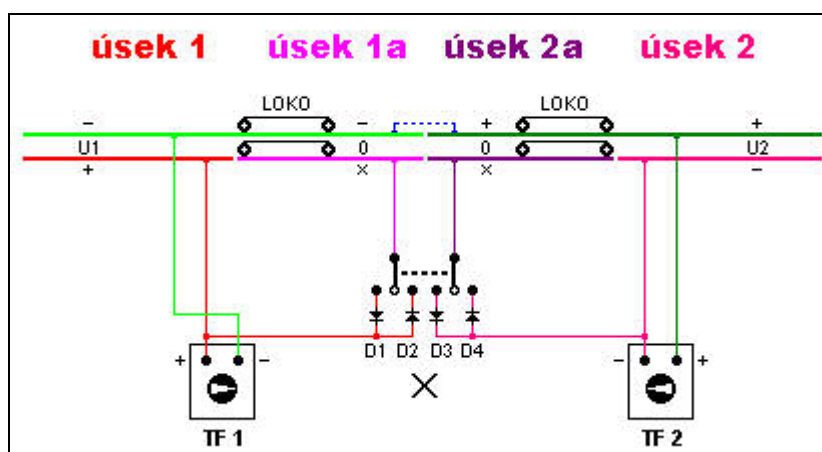
Obr. 18 – směrový přepínač v nulové poloze, lokomotiva zastavila v odpojeném úseku 1a

To může být výhodné obzvláště v situacích, kdy by se mohlo stát, že do přechodového úseku budou současně najíždět soupravy z obou stran (např. při chybné komunikaci mezi obsluhou obou spojených kolejišť).

Podobně i v případě, že při vypnutém směrovém vypínači pojedou lokomotiva v opačném směru z úseku 2 do 2a, propojí oba tyto úseky a pojedou dál (obr. 19). Jakmile přejede do úseku 2a, tak zastaví, protože také tento úsek je bez napětí díky odpojenému směrovému přepínači (obr. 20).



Obr. 19 – směrový přepínač v nulové poloze, lokomotiva propojuje úseky 2 a 2a



Obr. 20 – směrový přepínač v nulové poloze, lokomotiva zastavila v odpojeném úseku 2a

Dvě vlakové soupravy byly sice díky chybné domluvě obsluhy obou kolejišť poslány současně proti sobě, ale díky zapojení a směrovému přepínači ve střední poloze nedošlo k žádné kolizi souprav ani zkratu. Na první pohled se situace sice jeví jako nepříjemná, nicméně jednoduchým manévrováním lze jednou soupravou odjet nazpět a poté projet druhou soupravou v původně zamýšleném směru.

Zapojení výhybny pro bezpečný přechod vozidla mezi dvěma ovladači:

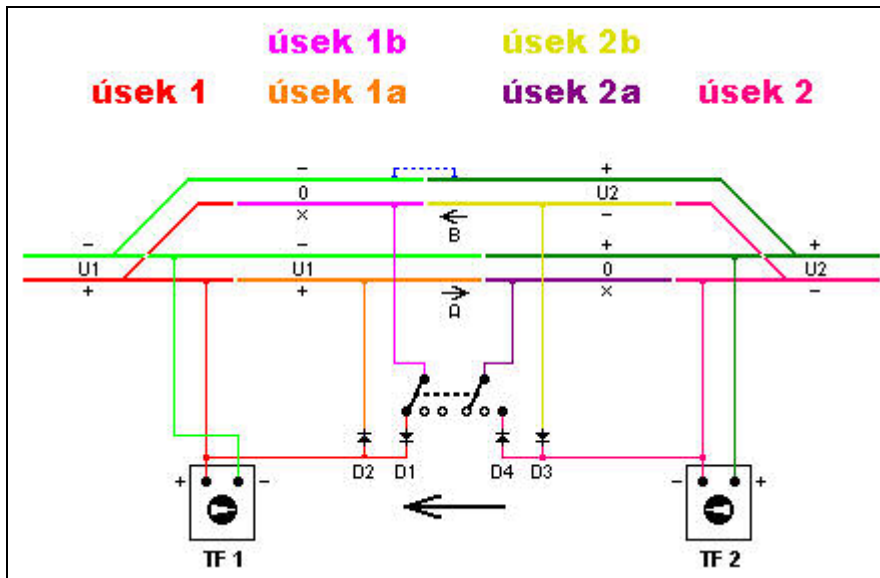
Výše uvedené zapojení lze upravit do varianty výhybny, kde každému směru jízdy vlakové soupravy odpovídá jedna kolej (kolej A pro jízdu zleva doprava a kolej B pro jízdu zprava doleva).

Koleje musí být rozděleny dle nákresu tak, že vzniknou celkem čtyři úseky na jedné kolejnici koleje A i B, druhá kolejnice může být propojena bez přerušení, jak již bylo konstatováno výše.

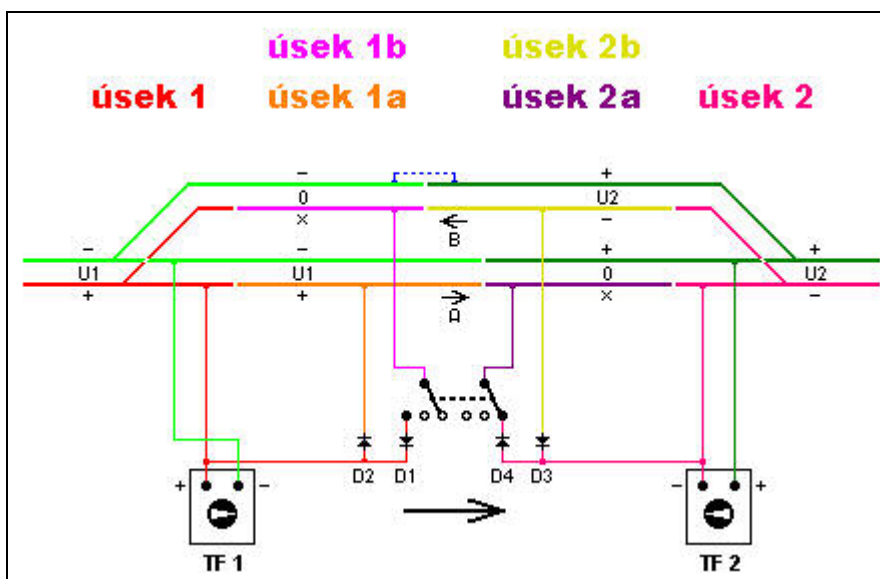
Úseky 2a a 2b opět doporučuji vytvořit dlouhé tak, aby na nich spolehlivě zastavila i nejdelší lokomotiva při nejvyšší provozní rychlosti (to je nutno vyzkoušet).

Úseky 1a a 2b musí být tak dlouhé, aby se na ně bez problémů vešla nejdelší používaná vlaková souprava. To je dáno potřebou bezpečného oddělení napájecích napětí obou napáječů. Pokud by tato podmínka nebyla splněna, mohlo by se při odjezdu soupravy při nastavení ovladače TF 1 vlevo a TF 2 vpravo stát, že by kovové kolo dvojkolí (eventuelně dvojice dvojkolí u rychlíkových vozů) zkratovalo natvrdo oba ovladače.

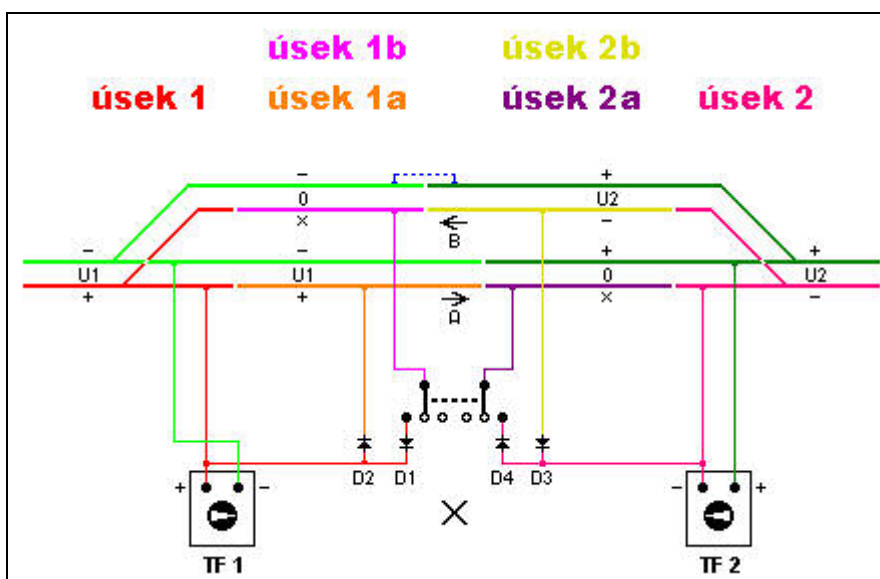
Vlak jede zleva doprava po koleji A (řízen ovladačem TF 1). Bez ohledu na nastavení přepínače (pokud je ovladač TF 2 v nulové poloze nebo nastaven pro jízdu zprava doleva) lokomotiva projede úsekem 1a do úseku 2a, kde zastaví (obr. 21 – 23).



Obr. 21 – TF 1 vytočen vpravo, přepínač nastaven vlevo, TF 2 vytočen vlevo

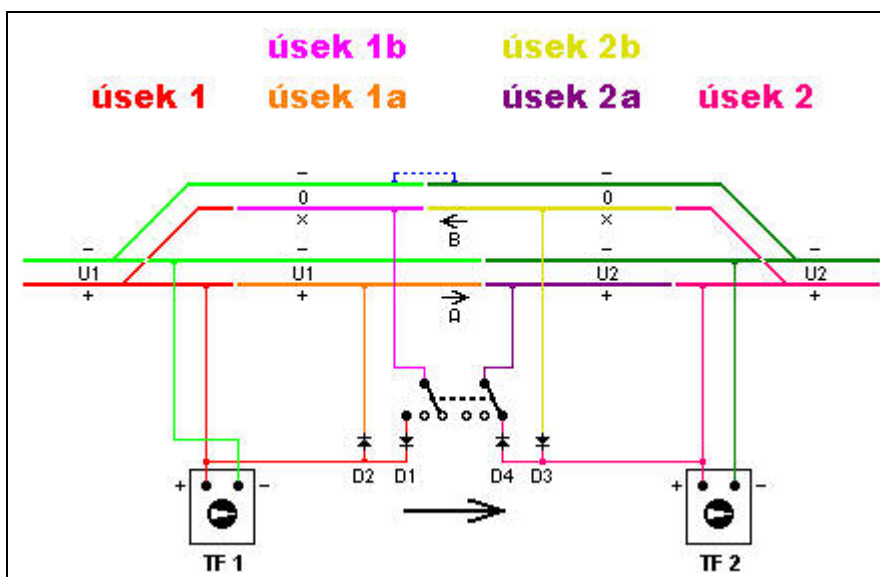


Obr. 22 – TF 1 vytočen vpravo, přepínač nastaven vpravo, TF 2 vytočen vlevo



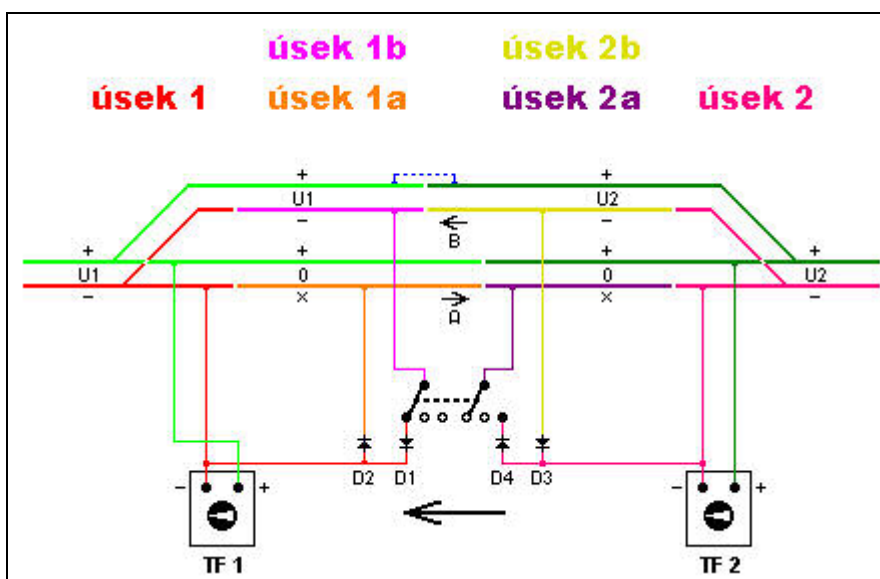
Obr. 23 – TF 1 vytočen vpravo, přepínač v nulové poloze, TF 2 vytočen vlevo

Vlak jede zleva doprava po koleji A (řízen ovladačem TF 1). Pokud je ovladač TF 2 nastaven pro jízdu zleva doprava a přepínač nastaven také pro jízdu zleva doprava, pak lokomotiva projede úsekem 1a do úseku 2a a dále přejeđe do úseku 2 (obr. 24).



Obr. 24 – TF 1 vytočen vpravo, přepínač nastaven vpravo, TF 2 vytočen vpravo

Podobná bude situace pokud vlak jede zprava doleva, tentokrát po koleji B (řízen ovladačem TF 2). Pokud je ovladač TF 1 nastaven pro jízdu zprava doleva a přepínač nastaven také pro jízdu zprava doleva, pak lokomotiva projede úsekem 2b do úseku 1b a dále přejeđe do úseku 1 (obr. 24).



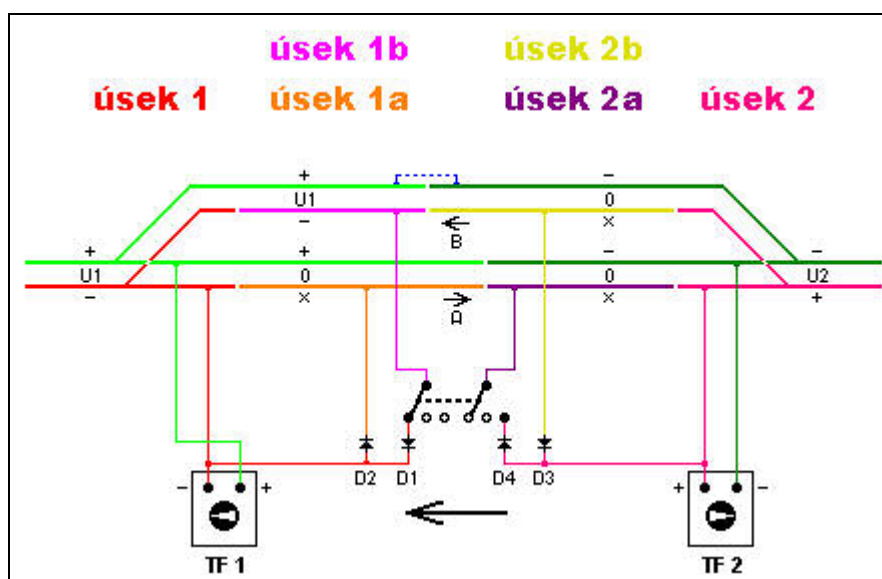
Obr. 25 – TF 1 vytočen vlevo, přepínač nastaven vlevo, TF 2 vytočen vlevo

Ve všech těchto případech bude v podstatě vše tak, jak jsem již uvedl u zapojení v jednoduché koleji, to se týká i stavů v případech souhlasné polarity napětí na obou ovladačů s rozdílným napětím. Tyto podrobnosti již nemá smysl více opakovat.

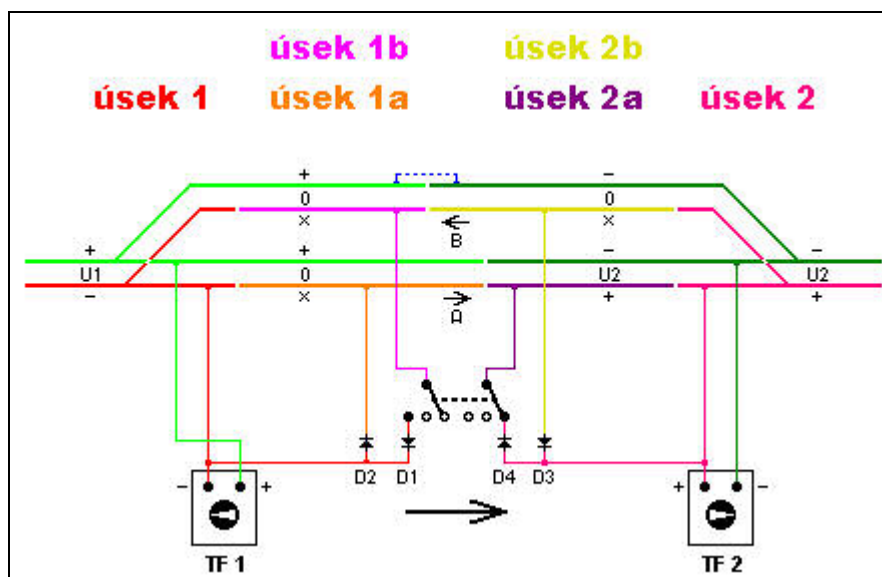
Výhodou oproti původní verzi zapojení je možnost křižování vlaků. V již uváděném případě chybné komunikaci mezi obsluhou obou spojených kolejišť, kdy by se mohlo stát, že by do přechodového úseku současně najížděly soupravy z obou stran, není potřeba nějaké složité manipulace pro vyřešení situace. Vlaky najedou do výhybny, kde zastaví a čekají na příslušnou obsluhu. Pokud se podíváme zpět na obr. 21 – 23, pak ve všech těchto situacích umí zapojení obsloužit přijíždějící vlakové soupravy z obou stran současně (samozřejmě za podmínky, že jsou správně postaveny výhybky).

Jistým úskalím nastavení na obr. 21 a 22 je nebezpečí rozjetí soupravy po otočení ovladače na opačnou stranu, souprava ve směru nastavení přepínače začne odjíždět (a to i bez vědomí

obsluhy). Zde je výhodné použití právě nulové střední polohy přepínače, obě vlakové soupravy vyčkávají, až jim bude povolen odjezd (nejprve jedné a následně druhé), teprve potom mohou odjet ve směru nastaveném přepínačem (obr. 26 a 27).



Obr. 26 – TF 1 vytočen vlevo, přepínač nastaven vlevo, TF 2 vytočen vpravo



Obr. 27 – TF 1 vytočen vlevo, přepínač nastaven vpravo, TF 2 vytočen vpravo

Toto zapojení by šlo ještě upravit tak, aby bylo vhodnější především pro výhybnu sloužící pro spojení dvou kolejišť a předávání (křížování) vlaků mezi nimi.

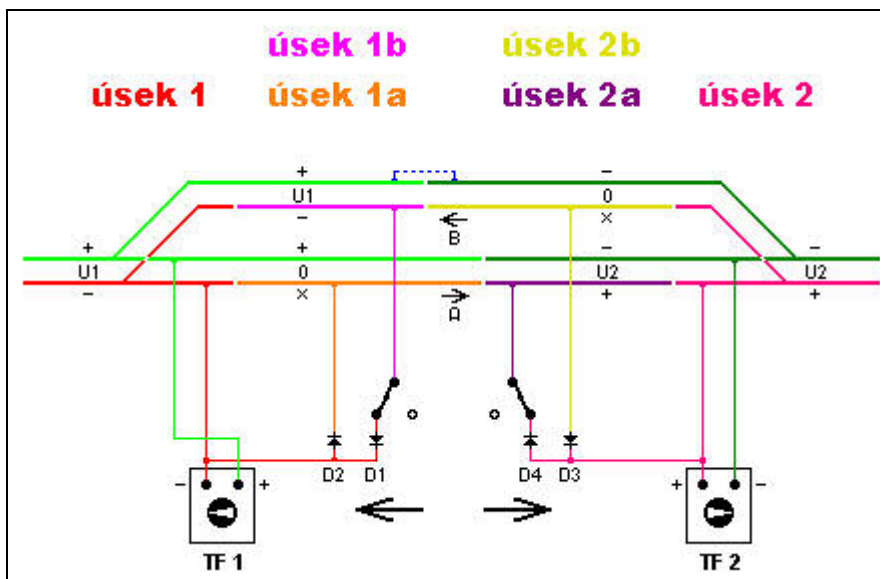
Modifikace zapojení výhybny pro propojení dvou kolejišť:

Výše uvedené zapojení výhybny lze ještě upravit přímo pro použití mezi dvěma kolejišti. Základním rozdílem je nahrazení třípolohového přepínače dvěma dvoupolohovými (třípolohové nemají dle zapojení opodstatnění). Tím se rozdělí přepínač směru jízdy na dva prvky a tím se stane ovládání koleje A a koleje B na sobě vzájemně nezávislé (obr. 28).

Další výhodou je i to, že vypínače lze rozdělit tak, aby u příslušného ovladače byl i příslušný přepínač směru. To je výhodné zvláště v případech, kdy jsou ovládací panely obou kolejišť od sebe poněkud vzdáleny. Není třeba řešit nějaké další složité zapojení. Prakticky lze dosáhnout i naprostého galvanického oddělení obou kolejišť (nebude-li použita modře naznačená propojka).

Nabízí se samozřejmě i možnost spojení funkce směrových přepínačů s ovládáním příslušných výhybek. Tím by se mohlo ovládání ještě zjednodušit. Toto řešení ale nechávám

pouze naznačené, protože je trochu mimo téma tohoto článku. Nicméně jeho realizace není v žádném případě nijak složitá.



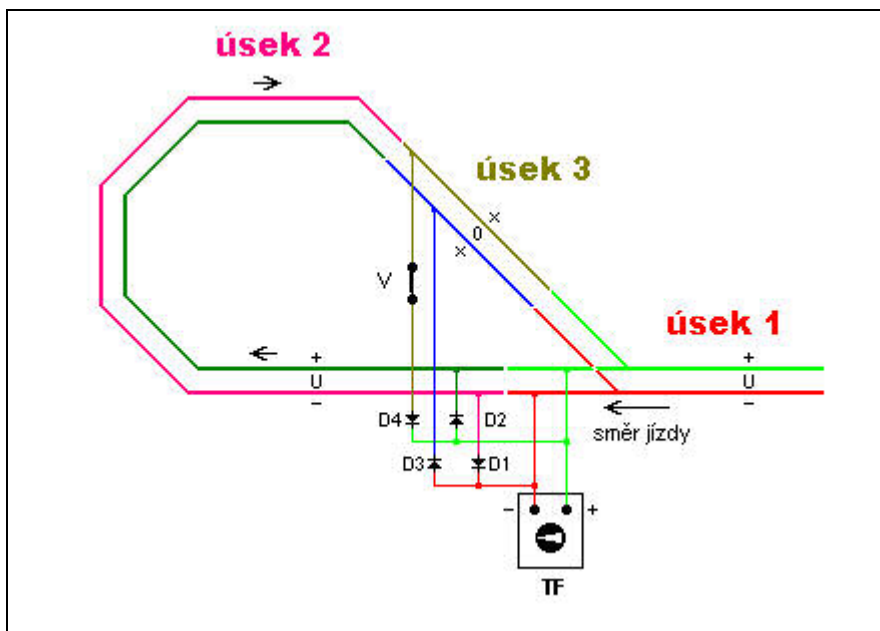
Obr. 28 – Modifikace zapojení výhybny pro propojení dvou kolejišť

Jednoduché zapojení vratné smyčky:

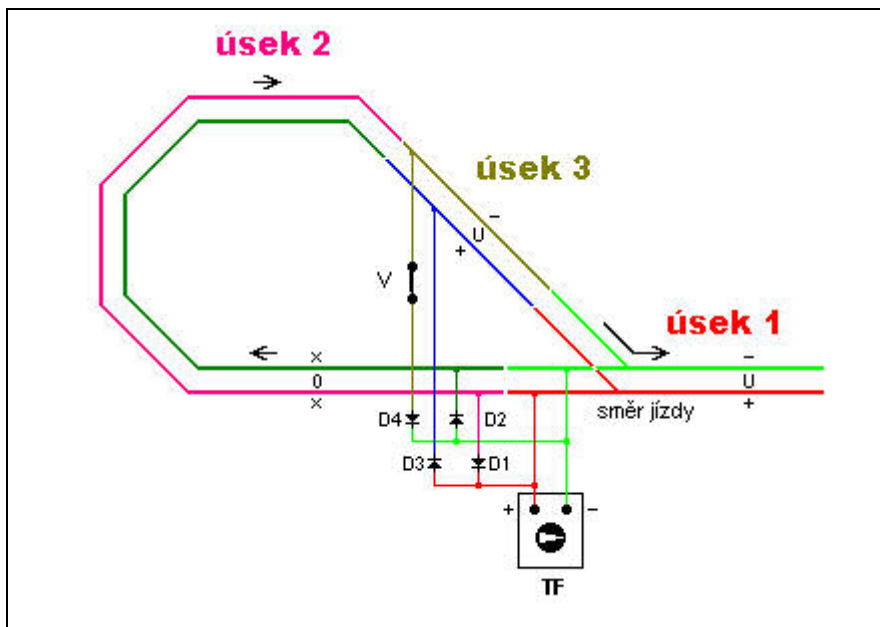
Modifikované zapojení výhybny, přesněji jedna jeho půlka, se přímo nabízí k využití pro bezpečné zapojení vratné kolejové smyčky.

Princip je zřejmý z obr. 29 a 30. Vypínač V slouží k zastavení vlakové soupravy v úseku 3, aby neodjela při otočení ovladače na opačnou stranu v případě, že ji chceme nechat odstavenou.

U tohoto zapojení se nabízí možnost zapojení diod D1 – D4 přes relé závislé na postavení výhybky tak, aby nedocházelo k jejímu říznutí (ale i toto řešení nechávám pouze naznačené).



Obr. 29 – Zapojení vratné smyčky, fáze vjíždění vlakové soupravy do smyčky



Obr. 30 – Zapojení vratné smyčky, fáze vyjždění vlakové soupravy ze smyčky

Co na závěr?

Předložil jsem několik variant jednoduchého zapojení pro ochranu modelů před poškozením zkratovým proudem vznikajícím v místech styků obvodů dvou trakčních napaječů. Uvedená zapojení jistě nejsou jediná a lze je dále upravovat a kombinovat.

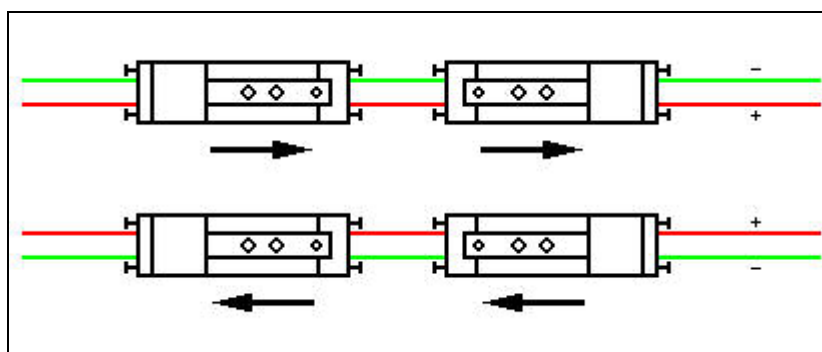
Jejich hlavní výhodou je jednoduchost a cenová dostupnost (náklady na součástky pro jedno zapojení se pohybují kolem 20 Kč).

Poznámky:

Pro úplnost uvádím výtah z normy NEM týkající se polaritu trakčního napětí:

Dvoukolejnicový provoz (NEM 631, bod 2.):

Polarita trakčního napětí určuje směr provozu. Poloha vozidla na kolejích je libovolná. Ve směru chodu vozidla má pravá kolejnice kladnou polaritu.



Obr. 31 – Polarita trakčního napětí v kolejích

* úbytky napětí na diodách považují pro zjednodušení za zanedbatelné