

Etr100t.doc

Doc. Ing. Jiří Danzer CSc.

# ELEKTRICKÁ TRAKCE 1. - ÚVOD

## Obsah

1	Úvod, přehled.....	5
1.1	Obecné úvahy .....	5
1.1.1	Pohybové zákony .....	5
1.1.2	Výkon.....	7
1.1.3	Elektromechanická přeměna .....	7
1.1.4	Napájení.....	8
1.1.5	Harmonické, zvlnění .....	9
1.1.6	"Ohmův" zákon.....	10
1.2	Metody řešení .....	10
1.3	Obecné vlastnosti motorů .....	12
2	Uspořádání trakčních vozidel.....	14
2.1	Uspořádání podle použití.....	14
2.1.1	Trolejbusy.....	14
2.1.2	Tramvaje .....	15
2.1.3	Podzemní dráha .....	16
2.1.4	Městské rychlodráhy.....	17
2.1.5	Předměstské jednotky .....	17
2.1.6	Vozidla pro regionální dopravu .....	19
2.1.7	Lokomotivy.....	20
2.1.8	Rychlé soupravy.....	21
2.1.9	Speciální a drobná vozidla .....	21
2.2	Pojezd.....	25
2.3	Provedení skříně .....	27
3	Uspořádání elektrického pohonu .....	29
3.1	Uložení motoru a přenos momentu .....	29
3.2	Omezení rozměrů.....	36
3.3	Příklady provedení motorů.....	40
4	Trakční soustavy, zdroje energie .....	44

## Elektrická trakce 1. - Úvod

### 1. Úvod, přehled

4.1	Stejnoseměrná trolej .....	44
4.2	Střídavá trolej.....	45
4.3	Nezávislá a kombinovaná trakce .....	45
5	Základní parametry vozidel.....	47
6	Interakce s okolím .....	52
6.1	Pojezd a kolej.....	52
6.2	Sběrač .....	52
6.3	Napájecí síť.....	53
6.4	Komunikace .....	54
6.5	Zabezpečení .....	55
6.6	Elektromagnetické vlivy (rušení) .....	55
6.7	Hluk .....	55
7	Součásti měničů.....	57
7.1	Polovodičové součásti .....	57
7.2	Tlumivky.....	58
7.3	Kondenzátory .....	59
8	Typická provedení elektrické části vozidel .....	60

Etr200t.doc

Doc. Ing. Jiří Danzer CSc.

## ELEKTRICKÁ TRAKCE 2.

### STUPŇOVÉ ŘÍZENÍ SÉRIOVÉHO MOTORU

#### Obsah

1	Sériový motor.....	64
1.1	Uspořádání a základní vlastnosti	64
1.1.1	Omezení komutátorem	64
1.1.2	Konstrukce	65
1.1.3	Náhradní schéma	67
1.1.4	Magnetizační charakteristika a reakce kotvy	68
1.2	Náhradní schéma, charakteristiky	72
1.3	Ztráty	74
1.4	Oteplení a chlazení	76
2	Řízení a vlastnosti při stejnosměrném napájení.....	78
2.1	Řízení předřadnými odpory	78
2.2	Změna směru točení a šentování	79
2.3	Skupinové řazení	81
2.4	ztráty při rozjezdu	83
3	Tramvajová brzda .....	84
4	Stejnosemřná vozidla se stupňovým řízením .....	88
5	Stejnosemřný motor na střídavé síti .....	93
5.1	Celkové uspořádání	93
5.2	Transformátor a napájecí síť	94
5.3	Usměrnění a vyhlazení	97
5.4	Trakční motory	106
5.5	Charakteristiky	107
6	Cize buzená odporová brzda.....	109
6.1	Zapojení a vlastnosti	109
6.2	Odporníky	112
7	Remanentní proudy .....	115
8	Střídavá vozidla se stupňovým řízením .....	117

Etr300t.doc

Doc. Ing. Jiří Danzer CSc.

**ELEKTRICKÁ TRAKCE 3.****PLYNULÁ REGULACE CIZE BUZENÉHO MOTORU****Obsah**

1	Cize buzený motor .....	121
1.1	Základní vlastnosti	121
1.2	Zapojení motorů a skluzové vlastnosti	123
1.3	Cizí buzení	128
2	Pulzní regulace .....	130
2.1	Základní zapojení pulzních měničů	130
2.1.1	Spínací funkce a její vlastnosti	130
2.1.2	„Snižovací“ zapojení PM	132
2.1.3	„Zvyšovací“ schéma PM	133
2.1.4	Snižování efektivní hodnoty odporu	134
2.1.5	Zvyšování efektivní hodnoty odporu	134
2.2	Zvlnění a efektivní hodnota proudu	136
2.2.1	Vyhlazovací tlumivka	138
2.3	Technické vlastnosti pulzních měničů	139
2.3.1	Omezení parametrů při řízení napětí	140
2.3.2	Omezení při řízení odporu	144
2.3.3	Parazitní kapacity a indukčnosti	145
2.4	Vstupní filtr	147
2.4.1	Určení napětí a proudů	148
2.4.2	Útlum a impedance filtru	151
2.4.3	Rušení v akustickém pásmu	152
2.4.4	Nabíjení filtru	154
2.4.5	Návrh součástí filtru	155
3	Použití na vozidlech .....	157
3.1	Základní zapojení a trakční charakteristiky	157
3.2	Buzení trakčních motorů	160
3.3	Vstupní obvody	164

## Elektrická trakce 3 - Plynulá regulace cize buzeného motoru

### 1. Cize buzený moto

3.4	Ochrany	166
3.5	Zapojení pro 3000 Vss	167
3.6	Pulzní stabilizace	168
3.7	Elektrické brzdění	168
3.7.1	Rekuperace se sériovým motorem	169
3.7.2	Odporové brzdění v zapojení se „zkříženými diodami“	172
3.7.3	Brzdění v zapojení „s napěťovým meziobvodem“	172
4	Příklady provedených vozidel s PM.....	175
5	Plynulá regulace u střídavých vozidel.....	181
5.1	Zapojení, hlavní části zařízení	182
5.2	Náhradní schéma, průběhy	183
5.2.1	Vliv magnetické vazby vinutí transformátoru	186
5.2.2	Zvlnění usměrněného proudu	188
5.3	Trakční vlastnosti	188
5.4	Energetické vlastnosti	188
5.4.1	Ztráty a účinnost	188
5.4.2	Účíník a vyšší harmonické	189
5.4.3	Možnosti zlepšení energetických parametrů	193
5.5	Brzdění střídavých vozidel	195
5.6	Příklady zapojení vozidel	195