

ERFODERLIGT KRAFTBELOPP

För att förflytta en motorvagn en viss vägsträcka, t. ex. mellan två hållplatser, erfordras en viss mängd elektrisk energi, vilken uppmätes av vagnarnas hektowattimmemätare. Denna energi bör för samma vägsträcka vara lika stor, men är mycket varierande, beroende på det sätt på vilket förarne sköta strömtillförseln till motstånd och motorer. Energiförbrukningen är störst under den period som kontrollerhandtaget föres från noll-läget till sista kontakten, varför särskild uppmärksamhet bör ägnas igångsättningen av vagnen.

De motstånd mot vagnens rörelse, som skola övervinnas av den till motorerna förda energien, äro vid igångsättning:

1. Motståndet mot hjulens rullning på skenan den s. k. rullfriktionen samt glidfriktionen mellan lager och vagnsaxlar. Den kraft som erfordras för att övervinna dessa motstånd belöper sig till c:a 8 à 10 kg. per ton av vagnens vikt.
2. En betydligt större kraft erfordras, för att på minsta möjliga tid bringa upp vagnen i den önskade hastigheten.

Vi hava funnit, att en jämn hastighetsökning sekund efter sekund (s. k. acceleration) av c:a 1,1 meter är lämplig.

Detta betyder, att vagnen, 8 sekunder efter igångsättningen, har fått en hastighet som svarar mot 31 km. per timma.

För att giva vagnen denna hastighet, erfordras en kraft av 130 kg. per ton av vagnens vikt.

Sammanställas dessa båda kraftbelopp, så blir den totala dragkraft, som erfordras för att sätta igång en tom motorvagn vägende 12,5 ton

$$\begin{aligned} \text{Dragkraften} &= 10 \times 12,5 + 130 \times 12,5 \\ \text{,,} &= 125 + 1625 \\ \text{,,} &= 1750 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Vardera av vagnens två motorer skola alltså utveckla en kraft på hjulets periferi av 875 kg.

Vid körning i kurvor och stigningar erfordras ytterligare kraft. Det fordras därför en viss omdömesförmåga, så att ej motorerna bliva så hårt belastade, att den automatiska strömbrytaren bryter strömmen.

För att övervinna motstånden tillföres elektrisk ström till motorerna av sådan styrka, att den kraft, som uppkommer genom växelverkan mellan det av strömmen genom fältspolarne alstrade magnetiska fältet och strömmen i ankarlindningarna, motsvarar här ovan beräknade erforderliga kraft 875 kg. per motor.

Den kraft, som motorerna kunna få utöva på vagnhjulen, är begränsad på så sätt, att om kraften är för stor i förhållande till vagnhjulets tryck mot skenorna, så slira hjulen.

Vid torr ren räls är friktionen mellan hjul och skena störst, vid våt smutsig räls minst, men kan då med användande av sandning ökas.

REGLERING AV HASTIGHETEN VID IGÅNGSÄTTNINGEN

Den regleringsmetod, som allmänt användes vid spårvägsdrift, avser att tillföra motorerna en konstant ström av lämplig styrka, vid olika höga spänningar. Detta ernås med tillhjälp av ett reglermotstånd, som är kopplat i serie med motorerna under startningsperioden.

De olika stegen å motståndet äro å kopplingschemat betecknade R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 , R_6 och R_7 , och äro medels kablar för- enade med motsvarande fingerkontakter i kontrollerna å vag- nen. Då kontrollernas huvudvals kringrides i olika lägen, ur- kopplas efter hand reglermotståndet, varvid ökad spänning till- føres motorerna. Dessutom kunna motorerna kopplas i serie eller parallellt i förhållande till varandra genom kontrollern.

Vid *serie* finnas fyra kontaktlägen med motstånd, och ett kontaktläge (5) utan motstånd.

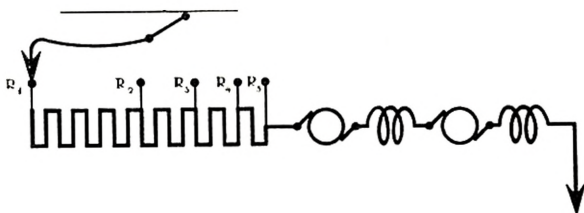


Bild 26

Å detta sista läge äro motorerna direkt anslutna till linie- spänningen 550 volt.

Vid *parallellkoppling* finnas tre kontaktlägen med motstånd, och ett kontaktläge (9) utan motstånd.

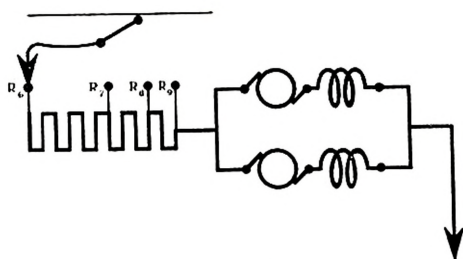


Bild 27

De kontakter å kontrollern, vid vilka motstånd äro inkopplade, kallas motståndsställningar. De kontakter 5 och 9, å vilka motorerna äro direkt anslutna till linespänningen, kallas körställningar.

Å kontakt 5 är således spänningen på vardera motorn 275 volt å kontakt 9 är den 550 volt.

För att med lämplig acceleration starta en motorvagn vägende 12,5 ton, måste vardera motorn utveckla en dragkraft om 875 kg., och erfordras härför en strömstyrka av 70 amp. vid motortyp U S-351.

Startmotståndet är dimensionerat med hänsyn härtill, och har en storlek av 7 ohm.

På första kontakten är hela motståndet inkopplat framför motorerna, och genomflytes av samma strömstyrka som går genom motorerna, d. v. s. 70 amp.

Genom spänningsfallet i motståndet $70 \times 7 = 490$ volt reduceras spänningen å motorerna till $550 - 490 = 60$ volt.

Denna sänkning av spänningen fås ej gratis, utan är åtföljd av en effektförlust av 34300 watt, under det att den i nyttigt mekaniskt arbete omsatta effekten endast belöper sig till 4200 watt. Det är således endast en bråkdel av den förbrukade

energien, som omvandlas i mekaniskt arbete på första motståndsställningen.

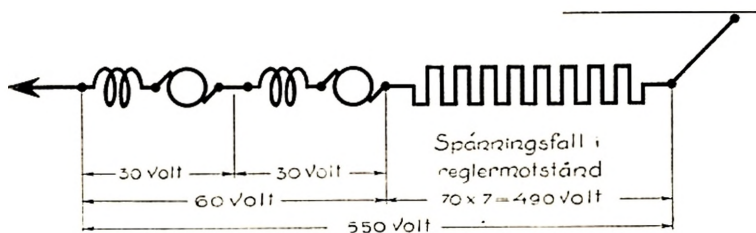


Bild 28

När motorerna väl hava kommit i gång, så sjunker strömstyrkan efter hand, beroende på, att i motorernas ankare, som ju rotera i ett magnetiskt fält, alstras en s. k. motelektromotorisk kraft, vars storlek ökas med ankarets hastighet. Denna motelektromotoriska kraft är, som namnet angiver, riktad *mot* linespänningen och det hela resulterar i att strömstyrkan minskas, och härmed även dragkraften. För att återföra strömstyrkan till 70 amp., urkopplas nu en del av motståndet (R_1-R_2) genom att föra kontrollerveven på ställning 2, och så vidare.

Som förut omnämnts, äro å reglermotståndet uttag gjorda, så att detta efter hand kan urkopplas, och är uppdelningen av motståndet gjord så, att spänningsfallet i motståndet motsvaras av den på grund av den ökade hastigheten ökade motelektromotoriska kraften.

Allt efter som motstånden urkopplas, så ökas den del av den uttagna elektriska energien, som omsättes i mekaniskt arbete i motorerna, och är på 5-te kontakten motståndet helt urkopplat.

Detta är den första s. k. körställningen, och vi tillgodogöra oss hela den uttagna energien för vagnens framdrivande.

Vardera motorn får här halva driftspänningen

$$\frac{550}{2} = 275 \text{ volt}$$

och rotera motorernas ankare med halv hastighet.

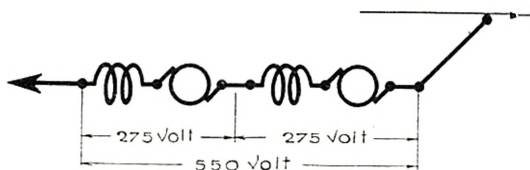


Bild 29

För att ytterligare öka spänningen, kopplas motorerna parallellt. På 6-te kontakten är denna omkoppling genomförd, samtidigt som en mindre del av reglermotståndet ånyo inkopplats.

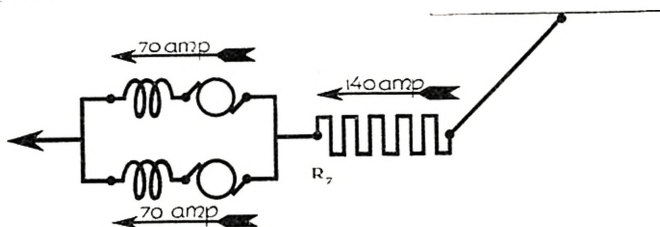


Bild 30

Motståndet urkopplas på kontakterna 7 och 8, varvid samtidigt vagnens hastighet ökas, för att å kontakt 9 nå sitt största

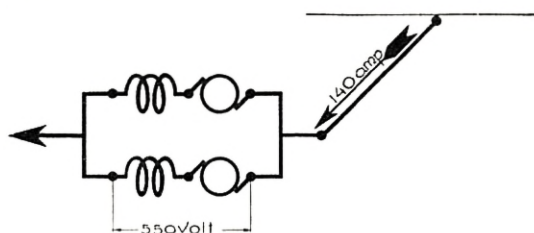


Bild 31

värde. Detta är den andra körställningen, och arbetar vardera motorn direkt på liniespänningens 550 volt, och utvecklar de

egenskaper, som äro angivna å kurvbladet beträffande hastighet, dragkraft och verkningsgrad för motortypen.

Nedanstående tabell anger den del av effekten, som förbrukats i motstånden, och den, som kommit motorerna tillgodo vid en igångsättningsperiod.

Kontrollerställning.....		1	2	3	4	5	6	7	8	9
I motstånden förbrukad effekt %		76	46	29	8	0	39	16	7	0
I motorerna » » %		24	54	71	92	100	61	84	93	100

För att energiförlusterna i startmotstånden skola bliva låga, så böra förarne så kort tid som möjligt hava kontrollern inkopplad på motståndsställningarna.

Vid igångsättning bör således kopplas till ställning 9 så hastigt som möjligt, varvid iakttages att hjulen ej slira eller att vagnen ryckes i gång, så att passagerarne finna det obehagligt.

Nedanstående bild n:o 32 utvisar, huru den till motorerna

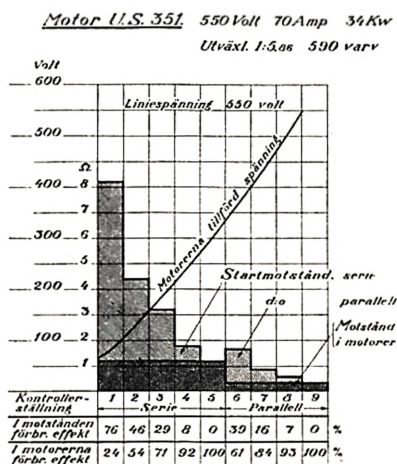


Bild 32

förda spänningen ökas på de olika kontrollerställningarna, och huru startmotståndet efter hand urkopplas.

ENERGIBESPARING VID IGÅNGSÄTTNING

Den energibesparing, som kan göras genom ekonomisk igångsättning, är avsevärd.

Nedanstående bild n:o 33 utvisar, huru hastighetsökningen vid igångsättningen är beroende av strömstyrkan, och denna av den hastighet med vilken motståndsställningarna passeras.

Göteborgs Spårvägar

Motorvagn Nr 177.

Motor U.S. 521 b.

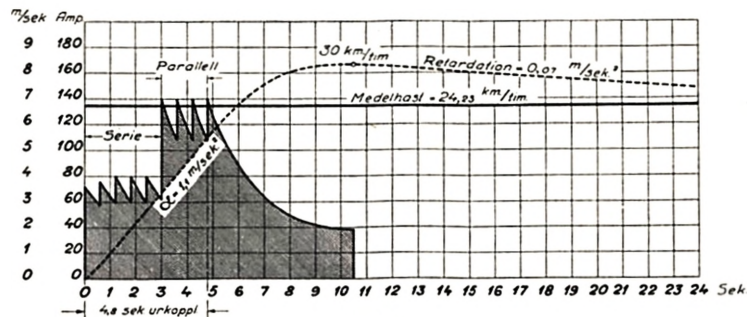
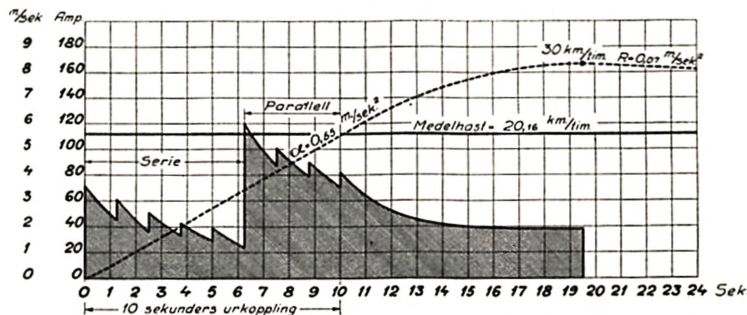


Bild 33

Kurvorna äro uppritade efter värden, som erhållits vid en serie provkörningar, och visa det gynnsamma resultatet vid en urkopplingstid av 4,8 sekunder, jämförda med värden som erhållits vid en urkopplingstid av 10 sekunder.

De nedre kurvorna utvisa, att med en urkopplingstid av 4,8 sekunder, d. v. s. cirka 0,5 sekunder på varje kontakt, har strömstyrkan varit så jämn den överhuvud taget kan bli, medels reglering av ett i olika steg uppdelat startmotstånd.

Som följd härav har en konstant dragkraft erhållits, som givit vagnen en jämn acceleration av 1,1 meter.

De övre kurvorna visa förhållandet vid en urkopplingstid av 10 sekunder, d. v. s. ungefär 1,0 sekunder för varje kontakt. På grund av den motelektromotoriska kraftens större ökning på varje kontakt, genom den långsammare urkopplingen, så har strömstyrkan undan för undan minskats.

Som följd härav har en ojämn dragkraft erhållits, varigenom hastighetsökningen även blivit ojämn. Dess medelvärde har varit 0,55 meter per sekund.

Maximala hastigheten 30 km. per timma uppnåddes i förra fallet efter 10,5 sekunder, i senare fallet först efter 19,5 sekunder. Strömmen kan i förra fallet urkopplas tidigare och vagnens rörelseenergi utnyttjas, genom att vagnen av sig själv får rulla fram till nästa hållplats.

Medelhastigheten å vagnen under de 24 sekunder jämförelsen omfattar är 24,28 km. resp. 20,16 km. per timme.

De av strömkurvorna begränsade streckade ytorna angiva, vid en konstant liniespänning, den vid de olika påkopplings-sätten förbrukade energien. Ytan i det övre diagrammet är 30 % större än ytan i det nedre diagrammet.

Den energi som på så sätt genom oekonomisk igångsättning onödigtvis förbrukats, medför en årlig merkostnad för spår-vägen av c:a 600 kronor för en enda motorvagn.

Med hänvisning till det härovan sagda, skola följande regler noga följas:

Av konduktören:

1. Avgångstiderna skola noga iakttagas. Avgår vagnen för sent så måste föraren ha strömmen påkopplad längre tid, för att komma fram till ändstationen i rätt tid.

2. Att giva stoppsignal i god tid.
3. Att undvika efterstopp.

Avsevärd besparing ernås om konduktören kan giva körsignal när passagerare redan lämnat eller påstigit vagnen, innan vagnen har helt stannat vid en hållplats. Påkopplingen kan då ske hastigare.

Konduktören måste noga övertyga sig om att ingen passagerare önskar på- eller avstiga vagnen. Trafiksäkerheten får under inga omständigheter äventyras.

Av föraren:

1. Koppla till kontakt 9 så fort som möjligt utan att vagnen rycker. Är rälsen slirig, eller sker igångsättning i en stigning, så måste kontrollerns påkoppling modifieras härefter.
2. Urkoppla kontrollern så snart vagnen fått tillräcklig fart, för att med lagom hastighet gå fram till nästa hållplats.
3. Koppla ej parallellt, om vagnen kan anses få tillräcklig hastighet på 5:te kontakten.
4. Utnyttja alla lutningar och kör så mycket som möjligt med vagnens fart.

Det torde särskilt bemärkas, att förutom den direkta besparingen av elektrisk energi, även en ökad livslängd å bygelskenor, bromsblock och hjulringar vinnes vid en ekonomisk körning.

En onödig energiförbrukning kan i vissa fall tillskrivas vagnarna, och beror på felaktigheter i elektriska utrustningen, att kugghjulen släpa mot kåpan, att vagnhjulen äro av olika diameter, att bromsblocken släpa mot vagnhjulen, eller att skivbromsarne å släpvagnarna ligga mot varandra.

Dylika felaktigheter skola, när de iakttagas, *omedelbart* rapporteras och avhjälpas.