

KRAFTEKONOMI VID TROLLEYBUSSDRIFT OCH ETT FÖRSLAG TILL EN NY TROLLEYBUSS.

Föredrag av direktör *H. Ångström*,
Uppsala spårvägar.

I anslutning till avdelningschefen Th. Vidlunds mycket intressanta och belysande föredrag om »Trolleybussen», skall jag be att få lämna några kompletterande upplysningar särskilt rörande kraftåtgång och kraftkostnad vid trolleybussdrift och på basis härav skall jag framlägga ett förslag till en ny kraftbesparande trolleybusstyp, som även grundar sig på ett nytt system, som erbjuder större smidighet och ett större användningsområde än vid de metoder, som hitintills kommit till användning.

För att tränga kraftfrågan en smula närmare in på livet, företog jag i somras, med reseunderstöd från det bolag jag tillhör, en studieresa till England och Tyskland. Att jag härvid i främsta rummet valde England som studiefält framgår kanske bäst av nedanstående tabell I, som visar en översikt över de olika städer och samhällen i världen, som den 1 juli 1934 hade infört trolleybussar eller obussar.

Tabell I.

L a n d	Antal orter med trolleybussar	L a n d	Antal orter med trolleybussar
England	30	Sydamerika	2
Nordamerika	28	Kina	2
Frankrike.....	9	Danmark	1
Japan	7	Holland	1
Italien	7	Österrike	1
Afrika	5	Polen	1
Australien	3	Malacka	1
Belgien	3	Norge	1
Tyskland	3	Ryssland.....	1
Schweiz	2	Summa	108

Det har sagts, att orsaken till trolleybussarnas utbredning i England där dessa bussar införts i icke mindre än 30 olika städer med tillsammans omkring 1 000 bussar skulle bero på de låga kraftkostnader, som man tillämpar för dessa bussar. För att vederlägga detta påstående, ber jag att få hänvisa till nedanstående tabell II. Enligt denna tabell framgår, att strömpriset icke är särskilt lågt och gäller

samma taxor såväl för spårvägsdriften som för trolleybussdriften och jag har icke funnit att trolleybussdriften i allmänhet favoriseras genom ett lägre kraftpris, vartill resp. kraftkontrakt mången gång kanske skulle inbjuda.

Tabell II.

Driftår	Stad	Antal invånare vid räkn. år 1931	Pris per kWh D.C.		A n m.
			i pence	omräkn. i öre	
1933—34	London	8 202 818	0,777	6,22	sänkes 1934 till 0,9 d. motsv. 7,2 öre.
>	Birmingham	1 002 413	0,793	6,38	
>	St. Helens	106 793	0,783	6,26	
>	Ipswich	87 557	0,692	5,54	
>	Rotherham	69 689	1,194	9,55	

enligt kurs 1 pence = 8 öre.

Emellertid visa de undersökningar, som jag gjort vid ett flertal förvaltningar att den elektriska strömåtgången, trots ett icke anmärkningsvärt lågt strömpris, är betydande. Sålunda förbrukas per tonkm nära nog 100 % mera ström vid denna driftart än vid spårvägsdrift. I någon mån förklaras detta av att reshastigheten är större. Sålunda var denna exempelvis i St. Helens 10,73 engelska mil per timme för trolleybussdriften mot 8,293 engelska mil per timme för spårvägsdriften i inomstadstrafik. Omräknat i km voro resp. hastigheter 17,3 och 13,3 och kördes med resp. trafikmedel under senaste driftåret resp. 661 236 och 603 041 engelska vagnmil inom praktiskt taget ett och samma trafikområde. Av nedanstående tabell III framgår kraftåtgången vid några olika företag.

Tabell III.

N:o	Namn	kWh per trolleybuss-		Antal trolleybussar				Antal sittplatser				Anm.
		mile	km	fyrhjul		sexhjul		fyrhjul		sexhjul		
				E.D.	D.D.	E.D.	D.D.	E.D.	D.D.	E.D.	D.D.	
1	Rotherham	1,55	0,97	42	4	—	—	32	—	32	—	
2	Ipswich	1,53	0,95	43	4	—	—	30	48	—	—	
3	St. Helens	1,50	0,93	1	9	—	5	32	35	—	60	¹
4	Maidstone	2,43	1,51	—	—	—	15	—	—	—	57	
5	Birmingham	2,44	1,52	—	11	—	55	—	48	—	58	
6	London	2,15	1,34	—	—	—	61	—	—	—	60	²

¹ St. Helens Corporation Transport avser, att inom två år ersätta samtliga spårvagnar med trolleybussar och skulle vagnparken härvid komma att omfatta 44 st. trolleybussar och 26 motorbussar.

² 4 st. trolleybusslinjer i ytterområdet med stora hållplatsavstånd i närheten av Wimbledon. L. P. T. B. avser att under kommande år anskaffa 400 st. trolleybussar, sexhjuliga D.D. för 74 sittande passagerare.

Med de vagnvikter, som kommit till användning och som variera mellan ca $6\frac{1}{2}$ ton för de mindre vagnarna upp till $8\frac{1}{2}$ à 9 ton för de största utgör kraftåtgången 0,12 à 0,15 kWh per tonkm dödvikt. Motsvarande kraftförbrukning vid svenska spårvägar varierar i allmänhet mellan 0,05 och 0,07 kWh per tonkm dödvikt.

Denna stora skillnad i kraftåtgång beror givetvis i hög grad på det större gångmotståndet vid trolleybussdrift än vid spårvägsdrift, som jag även hade tillfälle att visa i ett föredrag om »Kraftekonomi vid olika trafikmedel», som hölls vid spårvägsföreningens årsmöte i Stockholm år 1930. Vägmotståndet eller gångmotståndet angavs här vid god gatubeläggning till omkring 30 Wh per tonkm vid buss (eller trolleybussdrift) under det att vid modern spårvägsdrift motsvarande förluster blott motsvara en tredjedel härav. Ovanstående av mig angivna

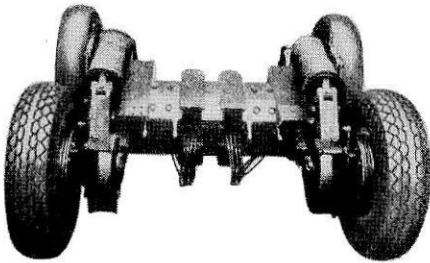


Fig. 1.

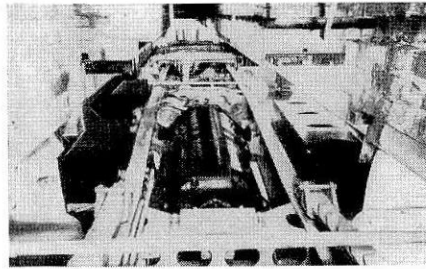


Fig. 2.

siffror stämmer ganska väl med det resultat som år 1934 publicerats av »1931 års Väg- och Brosakkunniga» efter mycket ingående och sakkunnigt utförda prov. Ovanstående relativt obetydliga kraftförbrukning förklarar emellertid icke den stora skillnaden i kraftåtgång mellan de båda trafikmedlen trolleybuss och spårvagn som f. n. råder vid ungefär likartade driftförhållanden. Visserligen uppmättes kraften med den gjorda jämförelsen vid resp. stationers utgående matarledningar, och förloras härvid omkring 10 % i kontaktledning och matarledningar, men den ojämförligt största kraftåtgången vid inomstadstrafik ligger i accelerationsförluster och förluster i motstånd och motorer. Dessa förluster ökas allteftersom hållplatsavstånden minskas och utgör i allmänhet vid svenska spårvägar i inomstadstrafik omkring 65 % av den tillförda elektriska energien. Ökas hållplatsavståndet, minskas ifrågakvarande förluster för att exempelvis vid snälltågstrafik eller därmed jämförbar fjärrtrafik bli obetydliga. Att kraftförlusterna bli proportionsvis mycket högre vid trolleybussdrift beror dels på kraftförlusterna i de kraftöverföringsorgan, som komma till användning såsom kardan enl. fig. 1 eller såsom i vissa fall med s. k. »Schwingenraderantrieb» enl. fig. 2, 3 och 4 och dels på att de allra flesta förvaltningar enl. föregående förteckning även vid nybeställningar gå in

för enmotorig drift. Sålunda visa vidstående fig. 5 och 6 trucken och karossen till en nyligen av London Passenger Transport Board från »A.E.C.-English Electric» beställd trolleybuss för icke mindre än 74 sittande passagerare. Denna provbuss är byggd med centralingång, men enligt uppgift kommer trafikföretaget icke att förse de närmaste 400 trolleybussarna med sådan ingång emedan man anser det äldre systemet med ingång baktill fördelaktigare. Vid »Schwingenräderantrieb» utgöra förlusterna i kardan och växel enligt direktör Schiffer, Essen, icke mindre än 13 hk vid en tillförd energi av $71,9 - 7,0 = 64,9$ hk motsvarande i runt tal 20 %.

Den enmotoriga driften och kardandriften tillsammans orsaka uppenbarligen betydande förluster särskilt vid upprepade igångsättningar.

Jag skall därför i det följande ange de principer enligt vilket pro-

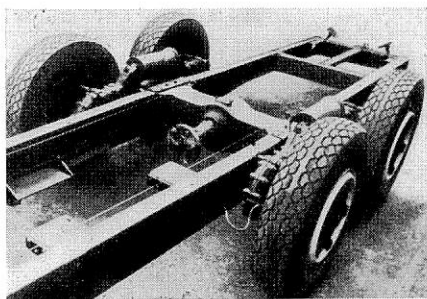


Fig. 3.

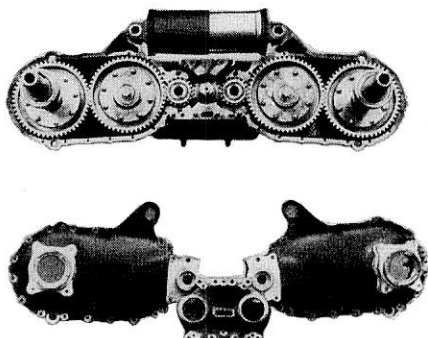


Fig. 4.

blemet efter min uppfattning bör lösas för att ernå låga driftkostnader och vilka synpunkter även lagts till grund för den av mig föreslagna trolleybussen.

Vidstående fig. 7 åskådliggör den elektriska strömförbrukningen vid start med resp. en och två motorer. Provdriften är utförd med en tvåmotorig spårvagn å en körsträcka motsvarande 675 meter med tre hållplatser, vilket ungefär motsvarar samma strömförbrukning vid 4 st. hållplatser per km. Kraftåtgången vid tvåmotorig drift var härvid omkr. 0,06 kWh per tonkm och med omkring 15 % förlust i startningsmotståndet. Motsvarande kraftåtgång vid enmotorig drift utgör 0,068 kWh med omkring 25 % förluster huvudsakligen i startningsmotståndet. På basis av ovanstående jämte några tidigare försök, som jag utfört för att påvisa kraftåtgångens beroende av olika hållplatsavstånd, har jag uppritat vidstående kurva. Denna visar kraftåtgången såsom funktion av olika hållplatsavstånd vid trolleybussdrift å god sandasfaltgata med resp. en, två och fyra motorer samt såsom jämförelse motsvarande kraftåtgång per tonkm dödvikt vid en- och tvåmotorig spårvägsdrift. Härvid är att märka att kraftåtgången varierar

beroende på olika linjesträckningar, stigningar och reshastigheter. Vid korta hållplatsavstånd och vid hård inomstadstrafik minskas kraftåtgången vid fyrmotorig drift med upp till 20 % motsvarande en be-

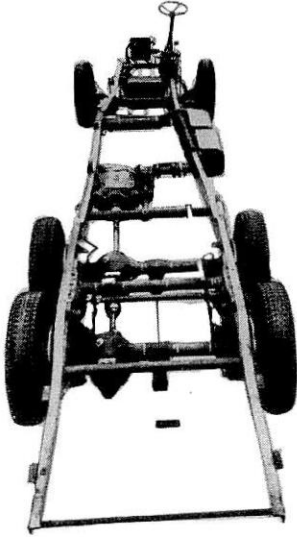


Fig. 5.



Fig. 6.

tydande årlig kraftbesparing, som vid stora enheter motsvarar 12 à 15 000 kWh per vagn och år.

Då diskussion angående lämpligheten av olika driftarter uppstår, torde även vara av intresse att kunna hänvisa till Tabell IV, utvisande förhållandet mellan några olika spårvägsförvaltningars konsumtion av elektrisk energi och resp. elektricitetsverks totalt försålda energi under år 1933. Som synes härav är kraftkonsumtionen vid spårvägsdrift av en storleksordning, som icke får försummas.

Tabell IV.

Land	Stad	Spårvägsbel. i förh. till totala be- lastningen
Sverige	Stockholm	14,3 %
»	Göteborg	9,9 »
»	Malmö	5,4 »
»	Jönköping	14,2 »
England	Manchester	11,05 %
»	Liverpool	14,0 »
»	Birmingham	12,28 »
»	Nottingham	13,0 »
»	Bradford	20,0 »
»	Leeds	15,13 »
»	Edinburgh	15,0 »

I det föregående har jag kritiserat den stora kraftåtgången vid de trolleybussystem, som f. n. tillämpas i stora delar av England och Tyskland. Den relativt stora kraftkonsumtionen kan tydligen icke vara orsaken till trolleybussarnas stora popularitet i England. Härtill äro engelsmännen alltför goda ekonomer. — Men dessa bussar äro på grund av den långa drifttiden, ofta 18 timmar per dygn, eftersökta såsom belastningsobjekt för städernas elektricitetsverk. Och då den elektriska kraftförsörjningen genom »Electricity (Supply) Act. 1926» dirigeras av staten, har staten direkt fördel av att trolleybussdriften vinner spridning på bensin- eller råoljebussarnas bekostnad emedan

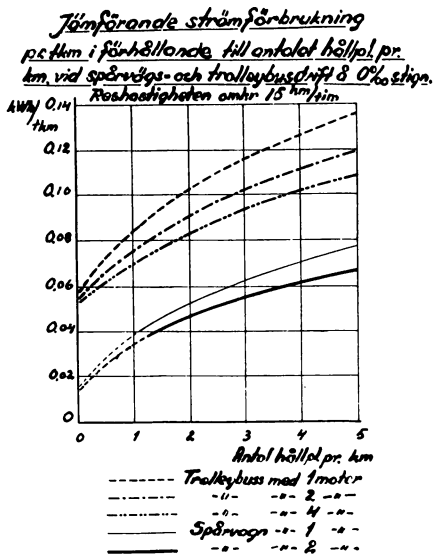


Fig. 7.

de sistnämnda drivmedlen måste importeras. Såsom goda patrioter, veta engelsmännen att genom ökad elektrisk konsumtion, ökas kolåtgången och därmed sysselsättningen i gruvorna. Men oavsett dessa fördelar kvarstå andra, som icke få försummas då trolleybussfrågan ställes under debatt och som jag sammanfattat i nedanstående punkter:

1. Trolleybussen kan med större smidighet än spårvagnen anpassa sig efter den övriga trafiken och är i detta avseende jämförbar med vanlig bussdrift.
2. Trolleybussen förbrukar i likhet med spårvagnen icke någon energi vid stillastående och den kan vid bromsning och i nedförsbackar regenerera energi.
3. Trolleybussen kan accelerera snabbare än både spårvagn och bensinbuss och kan taga starka stigningar med hög hastighet.
4. Trolleybussen sprider icke några illaluktande avloppsgaser.

5. Trolleybussdriften blir nära nog ljudlös och gången är vibrationsfri och är den i detta avseende överlägsen såväl spårvagns- som bensusdrift.

6. Vid trolleybussdrift är den elektriska motorns verkningsgrad konstant och oberoende av drifttiden, vilket icke är förhållandet med bensus- eller råoljemotorer.

7. Trolleybussens livslängd är längre än för en bensus- eller råoljebuss.

8. Trolleybussen förbrukar inhemsk kraft och är detta kraftpris stabilare än priset å andra motsvarande drivmedel.

9. Koncessionstekniskt erbjuder trolleybusslinjen en solidare ekonomisk grundval att bygga på än en vanlig busskoncession.

10. Då hänsyn tages till de synpunkter, som framlägges i det följande, blir driftkostnaden lägre än vid råoljedrift under förutsättning att trafiktätheten överskrider en viss gräns.

Jag skall nu övergå till att visa efter vilka grundlinjer jag uppbyggt *den nya trolleybussen*, vilken är avsedd att med hänsyn till konkurrensduglighet kunna försvara sin plats vid sidan av icke blott en föråldrad spårvägsdrift utan även då det blir fråga om moderna, lätta och snabbgående spårvagnar eller råoljedrivna bussar. De olika delar, som jag angripit kunna sammanfattas i följande:

1. »Motorfordon för avkorrugerande kraftöverföring till vägbanan» och avses härmed att erhålla ett fordon med vibrationsfri gång och minskat väg- och ringslitage.¹

2. »Elektrisk trolleybuss eller motorvagn för kombinerad trafik» och avses att härmed skapa ett smidigare och mera mångsidigt trafikmedel.¹

3. »Framhjulsdrivet motorfordon särskilt vid s. k. trolleybussdrift» och höjes härigenom vagnverkningsgraden och möjliggöres släpvagns- trafik även vid hög acceleration.¹

4. »Själventilerande elektrisk tvilling- eller kvadruppelmotor med tillhörande anordning för kraftöverföring vid traktionär drift» och minskas härigenom kraftåtgången särskilt vid hård inomstadstrafik med små hållplatsavstånd.¹

5. »Gasgenerator särskilt vid trolleybussdrift för kombinerad trafik» och avses att härigenom skapa ett trafikmedel, som med hänsyn till den civila krigsberedskapen är överlägsen andra jämförbara trafikmedel.¹

6. Elektrisk strömvtagare (amerik. pat. n:o 1.433.331 Devices for transmitting electric Current between rotating and nonrotating members) för effektiv strömvtagning.

Enligt en av 1931 års Bro- och Vägsakkunniga år 1934 publicerad utredning, »Teknisk Ekonomiska utredningar rörande vägväsendet»

¹ Patentansökt.

framgår att vägmotståndet och kraftåtgången ökas högst betydande vid en korrugerad väg. För att minska ifrågavarande kraftåtgång och även för att minska de dynamiska påkänningarna å chassi och ringar har jag i enlighet med fig. 8 parvis, relativt varandra, förskjutit hjulen A och B i fartrikningen. Jämföres nu en äldre vagn av typ I med koncentriska hjul med en nyare vagn av typ II med excentriskt förskjutna hjul vid drift å en korrugerad väg skall man finna att de dynamiska påkänningarna å såväl chassi som gummiringar minskas med den av mig föreslagna anordningen och att minskningen i vissa fall blir högst betydande. Då fordonet självt enligt vad som framgår av den matematiska behandlingen av problemet går fram med mindre vibrationer och rörelser å vägbanan, bör även uppkomsten av kor-

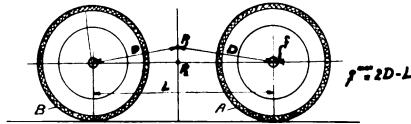


Fig. 8.

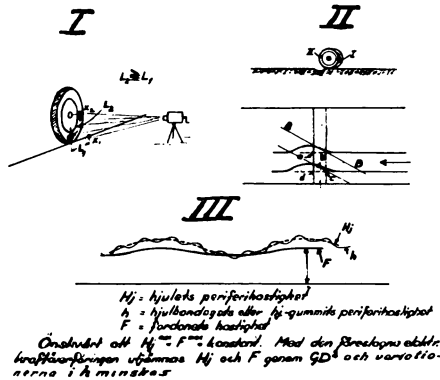


Fig. 9. I—III.

rugeringarna förhindras och i varje fall fördröjas. Jämsides med de minskade vibrationerna ernås även minskat gångmotstånd och minskad kraftåtgång samt slitage å ringar.

För att praktiskt åskådliggöra orsaken till den ökade kraftåtgången hänvisar jag till fig. 9 I, där ett busshjul tänkes rulla fram å en korrugerad vägbana. Betraktas nu en viss punkt X_1 rörelse L_2 å hjulperiferien räknat från det ögonblick hjulet tangerar vägbanan och uppmätes samtidigt fordonets eller hjulets förflyttning L_1 längs vägbanan efter en bestämd tid, låt oss antaga ett kvarts hjulvarv, skall man finna, att om D är hjuldiametern så är:

$$\frac{\pi \cdot D}{4} = L_2 > L_1 \dots\dots\dots 1)$$

Ifrågavarande förhållande verifieras av det kända förhållandet, att en distansmätare eller hastighetsmätare, som kopplas direkt till ett hjul, som går fram över en starkt korrugerad väg ofta anger för lång distans eller en alltför hög hastighet.

Men det är icke blott minskad korrugering och minskade vibrationer som uppnås genom den excentriska förskjutningen av hjulet

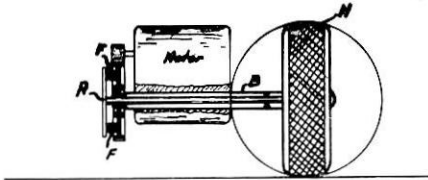


Fig. 10.

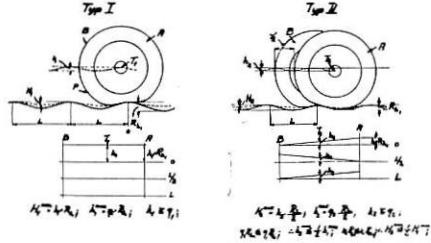


Fig. 11.

utan man vinner dessutom såsom framgår av fig. 10 en mera praktisk motorupphängning där kuggväxelverkningsgraden kan nedbringas till blott någon procent, vilket är en påtaglig vinst i jämförelse med de betydande förluster som uppstå vid vanlig drift med kardan och differential. Köres sålunda en vanlig tvåaxlig motorvagn ned med det ena drivhjulet i fuktig mark eller upp på en glättad exempelvis isbelagd vägbana snurrar detta hjul ofta runt utan att vagnen rubbas till följd av systemet med differential och genom att motorns kraftpar minskas genom rusningen. Förloppet härvid framgår bäst enligt

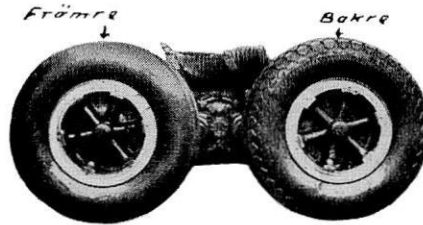


Fig. 12.

fig. 15 om man här tänker sig att ett av de med differentialen hopkopplade hjulen fastbromsas. Reaktionskraften från det roterande hjulet upptages över differentialen av det stillastående hjulet och det utvecklade kraftparet begränsas av motorns kraftpar vid rusning. Ävenså kan jag utnyttja den elektriska motorns större GD^2 och därmed tröghetsmoment för att motverka hjulpendlingen (event. med åtföljande jazzning), som ofta förekommer vid korrugerad och våt körbana. Den vanliga kraftöverföringen till vägbanan med differential främjar även hjulpendling och medverkar till uppkomsten av korrugeringar eller i de fall att korrugeringarna ej uppnå någon storlek av praktisk betydelse kvarstår dock ett ökat slitage å ringar och väg-

bana. Genom min metod förhindras detta, vilket även åskådliggöres genom ett praktiskt exempel visat å fig. 9 II som de flesta bilister även torde känna till genom praktisk erfarenhet. En bil tänkes härvid framförd i vägbanans riktning med relativt hög hastighet mot en tvärs över vägen löpande avvattningsränna. Köres rakt på efter linje $a-b$, blir slaget fruktansvärt och de som sitta i baksätet riskera, om farten är tillräckligt hög, att sticka ut huvudena genom karosstaket. Gör emellertid föraren nu en hastig gir med ratten så att framhjulen vrides något så att framvagnen passerar rännan i riktning $A-B$,

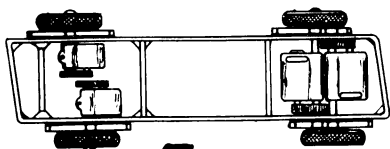


Fig. 13

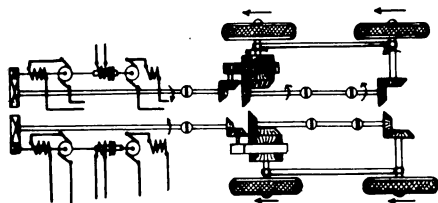


Fig. 14

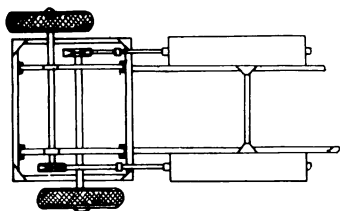


Fig. 15

Fig. 16

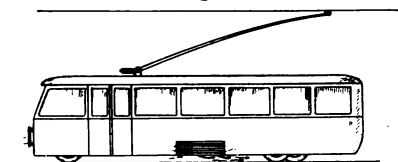
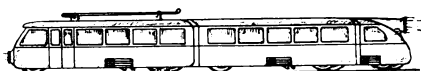


Fig. 17



Fig. 18



träffa de båda hjulen rännan icke samtidigt utan med någon förskjutning, samtidigt som rännvinkeln givetvis minskas. Genom att hjulen vid styrningen förskjutes excentriskt, dämpas nedslaget och bilen sättes i en svagt pendlande rörelse. På samma sätt verka de av mig tvångsförskjutna hjulen dämpande på bilens eller bussens vibrationer.

Den, som är förtrogen med körningen å en starkt uppblött, eventuellt korrugerad väg bana, vet, att hastigheten vid konstant drivmedelstillförsel och vid vanlig differential och kardandrift långsamt stiger och faller. Nära synkront med dessa variationer, men med något större amplitud stiger och faller hastigheten vid hjulperiferien samtidigt som de yttersta delarna av ballongringarna arbeta med korrugeringsverkan-

de vibrationer av högre frekvens. Detta förlopp åskådliggöres genom fig. 9 III, där fordonets hastighet representeras genom kurvan F , medelvärdet av rullningsdiametern genom kurvan Hj och ringmantelns vibrationer genom kurvan h . Genom att begagna den av mig föreslagna elektriska differentialen med pendlande motorupphängning införes ett tröghetsmoment genom motorns GD^2 , som i förening med hjulens inbördes excentricitet motverkar uppkomsten av korrugering.

Fig. 10 visar motorns pendelupphängning och utgör här H hjulringen, som är fast förbunden över drivaxeln med skivan A . Röraxeln B omfattar den fasta axeln och pendlar kring denna exempelvis genom uppläggning å ett sfäriskt rullager i den ena änden samt stödjande i den andra änden mot skivan A medelst fjädrar eller gummibuffertar över ett rullagerkomplex å vilket stora kugghjulet samtidigt löper.

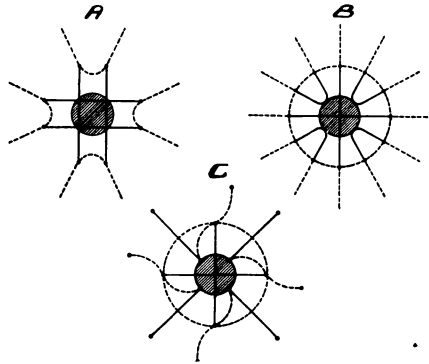


Fig. 19 A—C.

Motorn är fast förbunden med röraxeln och verkar med sitt drev mot det stora kugghjulet. Ifrågavarande konstruktion medger en pendlande elastisk rörelse av hjulaxeln relativt röraxeln eller vice versa utan att båda axlarna behöva pendla samtidigt och utan att symmetrien mellan motordrevet och kugghjulet behöver rubbas.

Pendlar nu axelkomplexet eller enbart drivaxeln, som står i förbindelse med hjulet H , vrider sig hjulperiferiens ingreppsyta efter en sfär och pendlingen av hjulet sker under rullning. Genom erfarenhet från rullagerdrift känna vi väl till, att sfärisk pendling i ett sfäriskt rullager eller axiell pendling i ett cylindriskt rullager vid resp. axlars rotation sker under rullning och att förnötningen härvid blir högst obetydlig.

Jämföres nu ifrågavarande metod med den av tyskarna tillämpade metoden enl. fig. 11 framträder den förras överlägsenhet. Enl. fig. 11 röra sig resp. hjulcentra vid en sexhjulig buss kring en gemensam punkt P_1 , som samtidigt utgör chassiets uppläggningspunkt. Vid en fjädring av chassiet så att P_1 sammanfaller med P_2 , förskjuter sig hjulet A från B ett stycke f varvid

$$f^{\max.} = 2D - L \dots\dots\dots 2)$$

där L är avståndet mellan axelcentra vid minsta förekommande belastning under fjädringsperioden. Med denna konstruktion kommer under gång den ena hjulperiferien, att med *glidfriktion* pendla fram och tillbaka mot vägbanan, vilket dels bidrager till uppkomsten av reffelbildning, dels verkar förnötande på vägbanan och hjulringar och dels ökar rullningsmotståndet, vilket medför ökad kraftförbrukning i motorerna. Som belägg för riktigheten av detta resonemang, hänvisar jag till vidstående fig. 12, som visar ifrågavarande tyska hjulaggregat i praktisk drift, varav med tydlighet framgår att det ena hjulet icke är försett med ingreppsfigurering mot vägbanan för att härigenom tillåta en förskjutning av rullbanan under glidfriktion i körbanans längdriktning så att friktionen under fjädringsperioderna blir så liten som möjligt. Att detta konstruktiva ingrepp måste vidtagas bekräftar den av mig påvisade svagheten i konstruktionen.

Fig. 13 visar en framhjuldriven elektrisk trolleybuss för avkorrugerande kraftöverföring enligt den nya metoden. Likaså framgår av fig. 14 och 15 några olika utföringsformer för drift med nya typer av tvilling- och kvadruppelmotorer varvid två motorer för ernående av högre genomsnittlig verkningsgrad kunna frikopplas. En intressant utföringsform framgår även av fig. 13, som visar ett chassi avsett för en sexhjulig buss och utrustad med kvadruppelmotor för kombinerad elektrisk och mekanisk differential. I stället för den vanliga anordningen med differential för parvisa å samma axel monterade hjul, låter jag efterföljande hjul arbeta med mekanisk differential under det att hjulparen å motsatta sidor om chassiet sinsemellan arbeta över den elektriska differential, som uppstår genom drift med separata motorer. Fördelen med denna anordning är, att om jag kör ned med det ena hjulparet å samma sida i ett dike eller detta hjulkomplex befinner sig å slirig vägbanan, kan bussen föras fram genom motorkraften över det andra hjulparet, vilket icke i samma grad blir möjligt med den vanliga kraftöverföringsmetoden med differential. Samtliga fyra hjul kunna tydligen även gå med olika hastigheter, vilket är av betydelse då ringarna äro olika pumpade eller vid färd genom en trång gatukorsning. Metoden med kvadruppelmotordrift är i detta fallet av motsvarande betydelse, som då automobilteknici tidigare övergingo från encylindrisk motordrift till drift med flera cylindrar. Underhållet ökas visserligen något, men kraftåtgången minskas och verkningsgraden höjes.

Slutligen visar fig. 16, 17 och 18 trolleybussen i olika slag av kombinerad trafik, dels som vanlig trolleybuss och dels för färd å icke elektrifierade sträckor vid masstransport och där motorgeneratoren uppställts å en separat släpvagn och där ifrågavarande drivkraft utgöres av råolja eller träkolsgas. Eventuellt tänkes att kraften erhålles från ett batteri. Då släpvagnen icke medföres, är den eventuellt avsedd att kopplas till ledningsnätet för att övertaga lämpliga belastnings-

spetsar eller eventuellt vid batteridrift för uppladdning. På detta sätt har skapats ett smidigt trafikmedel, som även är ägnat att höja den civila krigsberedskapen i långt högre grad än vid andra jämförbara trafikmedel.

Av fig. 19 *A*, *B* och *C*, som visa några olika typiska linjeföringar vid kombinerad stadstrafik med olika trafikmedel såsom spårvagn, buss och förortsbanoer, framgår betydelsen av ifrågavarande nya transportmedel särskilt då reparationsarbetet koncentrerats till en centralverkstad med tillhörande vagnhallar. Jag har med ovanstående sökt få fram en trolleybuss, som icke blott står sig vid jämförelse med vissa äldre spårvagnar och bensinbussar utan, som även försvarar sin plats i ledet av en moderniserad vagnpark för olika slag av drivmedel.

I anslutning till ovanstående föredrag visade direktör Ångström en film från olika trolleybusslinjer i England upptagen av firman Ransomes Sims & Jefferies Ltd, Ipswich. Här nedan följa några bilder (fig. 20—25) ur filmen och från studieresan till England.



Fig. 20. Ipswich, smal gata med endast två körfiler och tät trolleybusstrafik.



Fig. 21. Birmingham, ändslina för trolleybussdrift. Även parkerade trolleybussar. Under passerar en trolleybuss de parkerade.



Fig. 22. St. Helens. Trolleybuss för 50 sittande pers. Enmotorig drift 80 hk. Motorvikt pr hk. 5,0 kg.



Fig. 23. Rotherham, snäv kurva i gatukorsning med kontaktledning för såväl trolleybuss- som spårvägsdrift.



Fig. 24. Rotherham, stigning 1:9 hög, hastighet 60 km/tim.

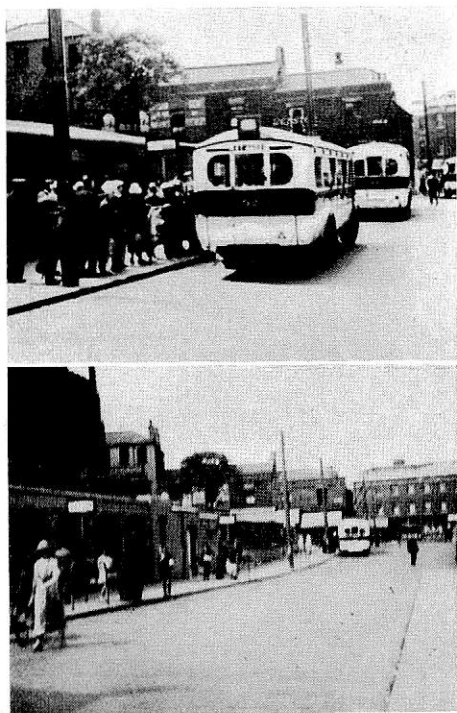


Fig. 25. Rotherham, Trolleybussar vid busscentralen; över ilastning och under vänthallen med olika markeringsanordningar för utgående linjer.