

Åbo Akademi

ABS i elbilar

Fakulteten för naturvetenskaper och teknik

Zandra Lundegård, 35967
Handledare: Hannu Toivonen?
2016-04-06

Abstrakt

ABS utvecklades för att förhindra att hjulen låser sig vid bromsning. Denna kandidatavhandling redogör för hur ABS-systemet har utvecklats till sin nuvarande form och hur systemet fungerar i konventionella bilar samt i el(hybrid)bilar.

TODO:

Dyrt och svårt att integrera samt underhålla sensorn i en navmotor

Hur kan man bli av med ABS i elbilar, regenerativ bromsning och varför?

Alternativ till ABS för elbilar

Nyckelord: ABS, elbil, navmotor

Innehållsförteckning

Abstrakt.....	i
1 Inledning	1
1.1 Syfte och metod.....	1
1.2 Avgränsning	1
2 ABS.....	2
2.1 ABS historia.....	2
2.2 Så mäter ABS hjulhastigheten.....	3
2.3 Sensorn	3
3 Elbilar och elhybridbilar	5
3.1 Elhybridbilar	5
3.2 Elbil kontra konventionell bil	5
3.3 Elbil med navmotor.....	6
4 Alternativ till konventionellt ABS-system	7
4.1 Varför sensor?.....	7
4.2 Varför sensorlöst?.....	8
4.3 Regenerativ bromsning.....	8
5 Avslutning	9
Källförteckning.....	10

1 Inledning

Antilockeringssystem (eng. anti-lock braking system), ABS, utvecklades för att förhindra att hjulen låser sig vid bromsning. ABS syfte är att minimera bromssträckan samtidigt som styrbarheten bibehålls [4].

ABS är det viktigaste aktiva säkerhetssystemet för bilar. Genom att maximera den longitudinella friktionen mellan hjulet och ytan på vägen medan den direkta kraften hålls konstant kan ABS förbättra säkerheten i bilen [7]. Idag hör ABS till standardutrustning i de flesta nya bilar.

Regenerativ bromsning är ett väldigt effektivt sätt att öka bilens effektivitet. Det har används hos en rad olika elbilar. Det regenerativa vridmomentet begränsas av många faktorer, bland annat motorhastigheten, laddningen av batteriet (eng. state of charge, SOC) och batteriets temperatur. På grund av begränsningarna måste det konventionella friktionsbromssystemet bibehållas och samarbeta med det regenerativa systemet [8]. Detta driver fram utvecklingen och forskningen för det regenerativa bromssystemet [9,10].

Användning av konventionella hjulsensorer har en hel del nackdelar. **TODO skriv nåt här.**

1.1 Syfte och metod

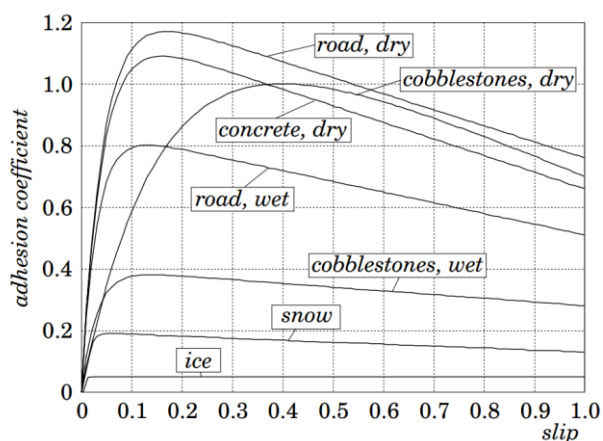
Syftet med denna kandidatavhandling är att bekanta läsaren med ABS, elbilar och att jämföra sensorlösa ABS samt ABS med sensor i elbilar. Detta är intressant eftersom ett sensorlöst system sparar pengar och är lättare att underhålla. En ökande medvetenhet om miljön har gjort elbilar allt populärare. Tidigare forskning ligger som grund för denna kandidatavhandling.

1.2 Avgränsning

Med fordon menas bil. Elbilar där motorn sitter i hjulet, tar inte hänsyn till andra fordon. Tar inte hänsyn till elbilar där motorn sitter utanför hjulet.

2 ABS

Antiblockeringssystem, ABS, utvecklades för att förhindra att hjulen låser sig vid bromsning. ABS syfte är att minimera bromssträckan samtidigt som styrbarheten bibehålls. Kortaste bromssträckan kan uppmätas när hjulen verkar mot slirningen med maximal adhesionskoefficient μ_L , se figur 1 [4]. I dagens moderna bilar finns det en rad olika ABS-system. De olika systemens prestanda kan variera väldigt mycket [3].



Figur 1 visar typisk karakteristika för kohesion [4].

2.1 ABS historia

ABS-tekniken utvecklades ursprungligen för flygindustrin på 1920-talet [1]. Ett av de första systemen var helt mekaniskt och används fortfarande i vissa flygplansmodeller. På 1960-talet testades ABS i tävlingsbilar, men det blev ingen hit eftersom det ansågs vara opålitligt och dyrt.

Det första elektroniska ABS-systemet introducerades i slutet av 60-talet av den amerikanska firman Kelsey Hayes. Det tyska företaget Bosch lanserade 1978 det första helt elektroniska ABS-systemet. De första att erhålla Boschs teknologi var Mercedes-Benz lastbilar samt personbilen av modellen S-klass.

TODO: utveckla

2.2 Så mäter ABS hjulhastigheten

Syftet med ABS-systemet är att bibehålla styrbarheten hos bilen i svåra inbromsningssituationer, där det inte är tillräcklig friktion mellan hjulen och ytan på vägen. ABS förkortar även inbromsningssträckan genom att maximera bromsningskraften [2]. ABS-sensorns huvuduppgift är att förse ABS-kontrollern med en uppskattning av hjulhastigheten. Kontrollern genererar en signal baserat på hastigheten. Signalen återges till ett ställdon (eng. acuator), som justerar bromsningskraften. Den vanliga teknologin för att mäta hjulhastigheten i ABS är att använda en magnetisk hjulhastighetssensor (eng. wheel speed sensor), WSS, som ofta hänvisas till som ABS-sensorn. Sensorn består av en tandad ring (ABS-ring), en permanent magnet och en spole (eng. pickup) som producerar en spänning som innehåller information om hjulhastigheten. ABS-ringen är en viktig komponent i sensorn och genererar hastighetssignalen genom att modulera det magnetiska fältet mellan magneten och spolen [1].

Modulationsfrekvensen har ett direkt samband med ABS-ringen, som roterar med bilhjulet. Vikten av noggrann mätning av hastigheten motiverar bromstillverkare att producera exakta sensorer, med hjälp av precisionsteknik. Flera försök har även gjorts med olika signalbehandlingsmetoder för att förbättra noggrannheten i existerande sensorer. En metod föreslås i [15] för att kompensera för den mindre noggranna mekaniken hos konventionella sensorer. Analysen visade att variationer på tand- och spaltbredden har den största inverkan på utsignalens kvalitet, hos konventionella sensorer.

2.3 Sensorn

Sensorn har en enkel och robust design. Den allmänt använda teknologin har följande nackdelar:

1. Sensorn är inte exakt vid låga hastigheter (lägre än 5 km/h) på grund av ett väldigt lågt signalbrusförhållande (eng. signal-to-noise ratio).
2. Till följd av storleken på ABS-ringen är sensorn aningen omfångsrik, i jämförelse med andra sensorer. ABS-ringens diameter varierar från 44 till 115 mm och bredden varierar från 6 till 30 mm.

3. ABS-ringen är känslig för miljömässiga faktorer såsom rost och smuts samt underhåll av hjulnavet.
4. Längden på avståndet mellan ABS-ringen och det magnetiska fältet inverkar på sensors noggrannhet.
5. ABS hastighetsmätningar är mottagliga för mekaniska fel i monteringen av hjullagret [2].

3 Elbilar och elhybridbilar

På grund av dagens energikriser och miljöförstöring har elbilen undersökts och utvecklats allt mera. I framtiden kommer miljövänliga bilar att vara avgörande för företags fortlevnad i bilindustrin. Företag i bilindustrin är intresserade av att utveckla en miljövänlig bil, som klarar av att hålla begränsningarna som ställs med tanke på miljön samt uppfylla kraven som ställs på bränsleeffektiviteten.

Den första massproducerade elhybriden var Toyota Prius, som kom ut på marknaden 1997. Efter det har det kommit en rad olika hybrider ut på marknaden, bland andra Toyota Estima, Honda Insight och Honda Civic Hybrid. Många länder investerar stora summor pengar i forskning och utveckling av miljövänliga bilar. Samtidigt håller det på att upprättas regler och standarder för miljötekniken [6].

3.1 Elhybridbilar

Elhybridbilar använder sig av multipla energikällor för att driva systemet. De multipla energikällorna ger systemet stor flexibilitet, som gör det möjligt att uppnå avancerad styrbarhet och bättre körprestanda [11].

3.2 Elbil kontra konventionell bil

Bilar med konventionella motorer har en komplicerad struktur som är oundviklig på grund av de många elementen. Till följd av dess egenskaper utförs forskning, utveckling och marknadsföring främst av företag såsom GM, BMW, Honda och Hyundai. Miljöförstöring och sämre tillgång till olja gör att behovet av elbilar ökar[5].

Strukturen hos en elbil är relativt okomplicerad och verkningsgraden hos en elektriskmotor är mer effektiv än hos en bensin- eller dieselmotor. Elbilar, där motorn sitter i hjulet (eng. in-wheel EV) kan bedöma ett exakt värde på hjulets vridmoment. Det är den viktigaste informationen för antisladdsystem (eng. slip control), som används i ESP (elektronisk stabilitetskontroll), TCS (eng. traction control system) och ABS [5].

Den största skillnaden mellan bromssystemet hos en elbil och en konventionell bil är möjligheten att använda ett regenerativt vridmoment under inbromsningen. Det regenerativa vridmomentet används nästan alltid tillsammans med friktionsbromsning. Ett bromssystem där det regenerativa vridmomentet används tillsammans med konventionell hydraulisk bromsning kallas för hybridbromssystem (eng. hybrid braking system) [1]. Prestandan hos ABS för konventionella bilar är väldigt viktig, och dess utveckling har fått stor uppmärksamhet under det senaste årtiondet. Implementeringen av ABS för elbilar är ännu relativt ny och har uppmärksammats först på senare år. ABS för elbilar är ännu inte helt färdig utvecklat [2].

3.3 Elbil med navmotor

En navmotor är ett system där motorn installeras i hjulet och överför drivkraften från motorn direkt till hjulet. Genom oberoende kontroll av navmotorn är det möjligt att implementera aktiva säkerhetssystem för elbilar med navmotorer. Exempel på säkerhetssystem är ABS, ESP och TCS. I konventionella bilar utförs säkerhetskontrollen av ett elektro-hydrauliskt ställdon. En elbil med navmotor kräver ingen extra utrustning, såsom ett elektro-hydrauliskt ställdon, eftersom den använder navmotorn. Navmotorn har en responstid som är 10 till 100 gånger snabbare än elektro-hydrauliska ställdonets responstid. Det har gjorts ett flertal olika undersökningar av navmotorn, bland annat kontroll av hjulslirningen för att uppfylla optimalt hjulslirningsförhållande. Även motorkontroll med uppskattningen av vägfriktionstalet har studerats. Däremot är det inte möjligt att använda endast navmotorn vid inbromsning, eftersom navmotorn begränsas av motorns egenskaper, batteriet och så vidare [12].

4 Alternativ till konventionellt ABS-system

Det är komplicerat och ibland även ineffektivt att kontrollera ABS-systemet, på grund av dess olinjära karakteristika och okända miljöparametrar. Avancerade kontrollalgoritmer, som till exempel "fuzzy logic control", neurala nätverk, hybrid kontroll, anpassningskontroll (eng. adaptive control) och andra intelligenta kontroller har utvecklats för att åstadkomma ABS-prestanda för konventionella bilar [11].

Användningen av elmotorer i elhybridbilens framdrivning gör det möjligt att lämna bort det dyra ABS-systemet, som förknippas med konventionella hydrauliska bromsar. Förutom den primära funktionen för framdrivning, kan elmotorn även användas effektivt som bromssystem, på grund av snabb respons från vridmomentet och elmotorns regenerativa förmåga. Den snabba responsen från vridmomentet gör det möjligt att förbättra bilens ABS-prestanda, genom att kontrollera motorns vridmoment, utan konventionella ABS [11].

4.1 Varför sensor?

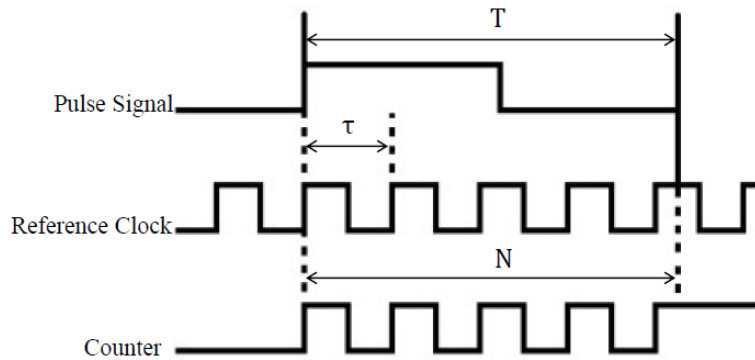
Den vanligaste metoden för att mäta hastighet är med hjälp av utsignalen från sensorn, som baseras på beräkningen av frekvensen hos utsignalen. Utsignalen från sensorn har ett direkt samband med hjulhastigheten. Sensorns utsignal av omvandlas till en pulssignal (med samma frekvens som den analoga utsignalen från sensorn) och bearbetas av den elektroniska styrenheten (eng. electronic control unit), ECU, hos bilen. Hur hjulhastigheten beräknas med hjälp av pulssignalen ses i figur 2. Genom att beräkna perioden för signalen, kan hjulhastigheten beräknas på följande sätt:

$$\omega = \frac{2\pi r}{Z} \cdot \frac{1}{T}$$

där r är hjulets radie och Z är antalet kuggar. Som det ses i figur 2, kan signalens period beräknas på följande sätt:

$$T = N \cdot \tau$$

där N är antalet närliggande pulser och τ är cykeln hos referensklockan [14].



Figur 2 Beräkning av hjulhastigheten [14].

4.2 Varför sensorlöst?

Användningen av konventionella hjulsensorer har en rad nackdelar. Sensorn är stor och dyr att underhålla. Integrationen av hjulsensorn i hjulnavet blir därför komplicerat[1]. Elmotorer kan styras antingen med hjälp av sensor eller sensorlöst. Sensorlösa styrsystem används vanligen för att minimera den totala kostnaden för ställdonen. Fördelen med sensorlös motorkontroll är att sensorn helt kan utelämnas och på så sätt reduceras kostnaderna avsevärt. Sensorlösa styrsystem ställer högre krav på kontrolalgoritmer och behöver mer avancerad elektronik [13].

4.3 Regenerativ bromsning

5 Avslutning

TODO

Källförteckning

- [1] A. Dadashnialehi, A. Bab-Hadiashar, Z. Cao och A. Kapoor, "Accurate Wheel Speed Measurement for Sensorless ABS in Electric Vehicle," *IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety*, pp. 37-42, 2012.
- [2] A. Dadashnialehi, A. Bab-Hadiashar, Z. Cao och A. Kapoor, "Intelligent Sensorless ABS for In-Wheel Electric Vehicles," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 61, no.4, pp. 1957-1969, 2014.
- [3] D. Burton, A. Delaney, S. Newstead, D. Logan och B. Fildes, "Effectiveness of ABS and Vehicle Stability Control Systems", [Online] Available: http://www.monash.edu/_data/assets/pdf_file/0020/218270/racv-abs-braking-system-effectiveness.pdf. [Åtkomstdatum: 27-Jan-2016].
- [4] U. Kiencke och L. Nielsen, *Automotive Control Systems, For engine, Driveline, and Vehicle*, Springer, 2005.
- [5] H. Ha och J. Kim, "Cornering Stability Enhancement Algorithm for In-wheel Electric Vehicle", *IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)*, Feb. 26 - Mar. 1, 2014, Busan, Korea.
- [6] M. Chung, "Development of In-Wheel Motor System using Brushless DC Motor of Hall Sensor Type", *International Conference on Control, Automation and Systems*, Oct. 14-17, 2008, Seoul, Korea.
- [7] M.S. Sergio och T. Mara, *Active Braking Control Systems Design for Vehicles*, Springer, 2010, pp. 3–17.
- [8] D. Peng, Y. Zhang, C.L. Yin och J.W. Zhang, "Combined control of a regenerative braking and antilock braking system for hybrid electric vehicles". *International Journal of Automotive Technology*, vol. 9, no.6, pp. 749-757, 2008.
- [9] G.Q. Xu, W.M. Li, K. Xu och Z.B. Song, "An intelligent regenerative braking strategy for electric vehicles", *Energies*, vol. 4 pp. 1461–1477, 2011.
- [10] B. Long, S.T. Lim, J.H. Ryu och K.T Chong, "Energy-regenerative braking control of electric vehicles using three-phase brushless direct-current motors. ", *Energies*, vol. 7, pp. 99–114, 2014.
- [11] C. Mi, H. Lin och Y. Zhang, "Iterative Learning Control of Antilock Braking of Electric and Hybrid Vehicles", *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 54, no. 2, 2005.
- [12] S. Ko, C. Song, J. Park, J. Ko, I. Yang och H. Kim, "Comparison of Braking Performance by Electro-Hydraulic ABS and Motor Torque Control for In-wheel Electric Vehicle" *EVS27*, Nov. 17-20, 2013, Barcelona, Spain.

- [13] J.C. Gamazo-Real, E. Vázquez-Sánchez och J. Gómez-Gil, "Position and Speed Control of Brushless DC Motors Using Sensorless Techniques and Application Trends", *Sensors*, vol.10, pp.6901-6947, 2010.
- [14] A. Dadashnialehi, A. Bab-Hadiashar, Z. Cao och A. Kapoor, "Enhanced ABS for In-Wheel Electric Vehicles Using Data Fusion", *IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, Jun. 23-26, 2013, Gold Coast Australia.
- [15] R. Schwarz, O. Nelles, P. Scheerer, and R. Isermann, "Increasing signal accuracy of automotive wheel-speed sensors by on-line learning," in Proc. Amer. Control Conf., 1997, pp. 1131–1135.