



Kravställning av kraftelektronik för användning av bränsleceller i elektriska fordon

Andreas Bodén / Anders Hedebyörn

Förstudie: Kravställning på kraftelektronik för användning av bränsleceller i elektriska fordon

(Teknikbevakning av bränslecellsområdet P-38300-1)

PowerCell Sweden AB och Volvo Cars Corporation

Voice of potential customers

Rena batteribilar:

- har svårt att beräkna kvarvarande körsträcka (räckviddsångest)
- komfort kompromissar körsträckan
- Relativt långa laddningstider (problem vid längre körningar)

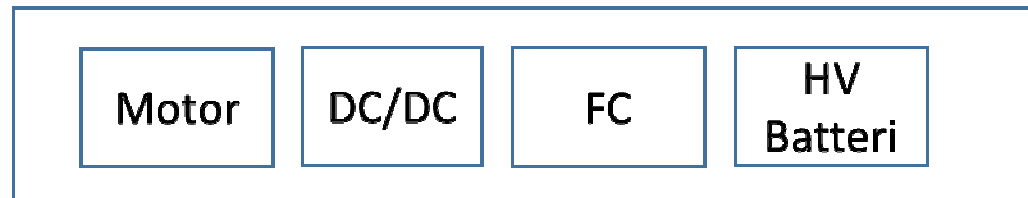
Batteribuss:

- We have developed a range of electric city buses which will come onto the market beginning next year. We are working on is using a range-extender.
- For this purpose we would have approx. 100kWh battery pack enough for approx. 80 km range
- As a city bus on average does about 190-200 km per day we are looking for fuel cell range extender

Utvecklingen som driver FCEV är att det är denna tekniska lösning för en elbilsarkitektur där köregenskaper och tankningsegenskaper påminner om en modern vanlig bil, det vill säga **körsträckan är minst 45-50 mil och tankningen tar under 5 minuter.**

Varför

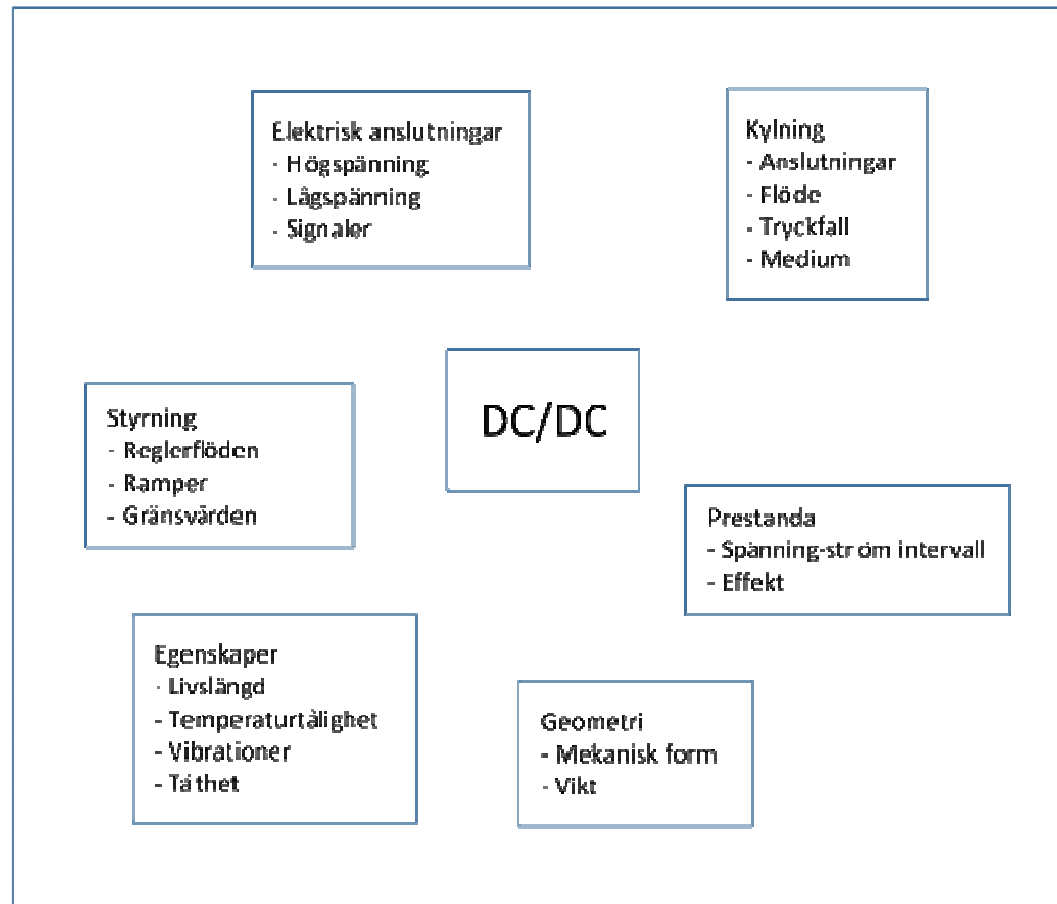
- Kravställningen är nödvändig för att fastställa tekniska föreskrifter mellan kund och leverantör.
- DC/DC omvandlaren skall problemfritt kunna integreras i ett befintligt system bestående av fordon–eldrivlina–bränslecell. Den skall beskriva samtliga områden där gränssnitt och gemensam funktionalitet förekommer.
- Kravsättningen är basen för dialogen mellan leverantören och integratören och ingår i underlaget för upphandling.



Problemställning

- Batteri- och hybridbilar använder idag 400 V som systemspänning för att få effektiv kraftöverföring mellan laddning, batterier och elmotorn.
- Medans bränslecellen har en utspänning på ca 100-300 V för en stack i upp till 30 kW klassen och 200-450 V för en i 100 kW klassen.
- En annan utmaning är att det momentana effektbehovet skall balanseras mellan batteriet och bränslecellsystemet.
- **Det finns idag ingen hyllösning på kraftelektronik för integrering av bränslecells range extenders i elbilar.**

Problemställning



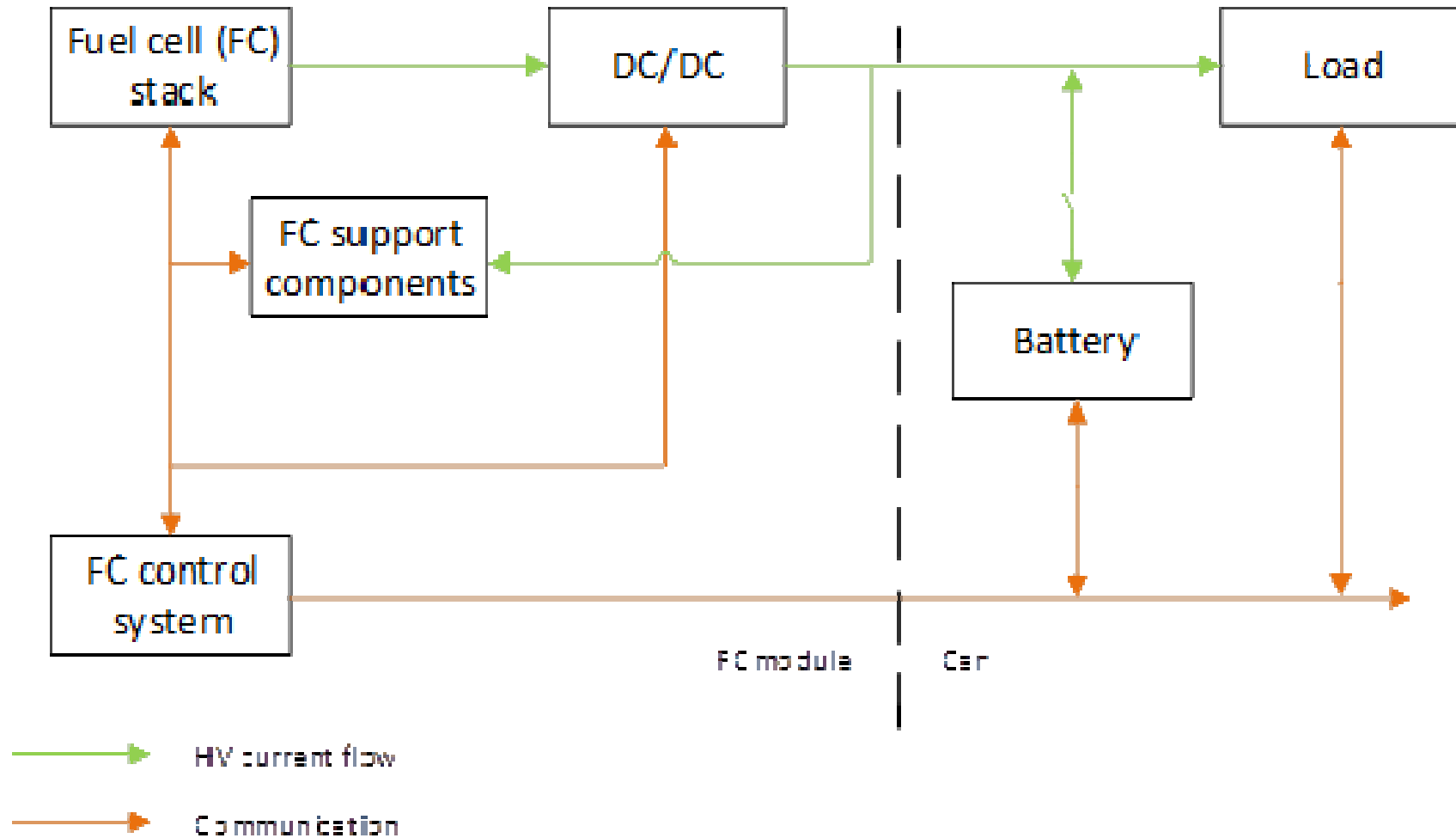
Syfte

- Förstudien skall, baserat på de egenskaper och krav från bränslecellsystemet och det elektriskt fordon ställer på en DC/DC för skall länka samman systemen, ta fram en teknisk specifikation för en DC/DC för användning av ett bränslecellsystem i ett elfordon.
- Även eventuella ändringar på DC/DC för att passa en tyngre applikation med 600 V skulle undersökas.

Avgränsningar

- Förstudien tar inte fram komplett specifikation för kommersiell upphandling och produktion. Förstudien går heller inte ut på att praktiskt ta fram en DC/DC och integrera med ett bränslecellsystem i ett fordon.

System layout



Teknisk specification

1. General

- 1.1. Service life should be at least **10 000h** of operation or **20 years total life time**, with a total of 20 000 power cycles. The service life calculations should be done with an ambient temperature of 50 ° C.

Teknisk specification

2. Electrical requirements

Input

- 2.1. Operational input voltage for the DC/DC converter should be between **100 and 350VDC**.
- 2.2. The converter must withstand an input voltage up to 400VDC without being damaged.
- 2.3. Maximum input current for the converter should be at least **300 Amperes**.
- 2.4. Maximum input **ripple current** on the converter input side should be **1A peak**.
- 2.6. The DC/DC converter must be able to handle that the input current flow is cut off at full current load (e.g. relay on input cable) without components in the DC/DC converter are damaged.

Teknisk specification

2. Electrical requirements

Output

- 2.7. The output voltage from the converter should be between **250 and 500VDC**. The output will be connected to a battery with 400VDC nominal voltage.
- 2.8. The converter must withstand a continuous voltage on the output terminals up to at least 550VDC.
- 2.9. The converter must withstand transient voltages on the output terminals up to at least 600VDC.

Teknisk specification

General

- 2.18. **Efficiency above 96%.** The efficiency will be measured at a cooling circuit temperature of +65° C as an average at steady state during 10 seconds.
- 2.19. During fuel cell startup it is critical that no current ($I_{fc} < 100\mu A$) is drawn from the fuel cell until the main controller demands it (at which point the fuel cell will be close to its maximum voltage). Not even current for charging input capacitors in the DC/DC converter or input voltage measurement are allowed.
- 2.20. Reverse currents are not allowed into the fuel cell at any time ($< 50\mu A$).
- 2.24. To be able to handle pre charge of the high voltage system in the outer system the capacitance measured on the output terminals on the DC/DC converter can't be higher than 400 μH .

Teknisk specification

Safety

- 2.25. Outer parts of the DC/DC must be electrical isolated from the input and output potential. The isolation resistance should withstand 1,5kVDC for 60 seconds with an isolation resistance of at least 10Mohm.
- 2.26. No galvanic isolation between power input and output is needed.
- 2.27. The converter input and output capacitors must be passively discharged in below 60 seconds if the input and output voltage sources are disconnected (e.g. disconnected power cables, open output relay or discharged fuel cell).

Teknisk specification

Cooling

- 4.1. The DC/DC should be water/glycol cooled. A mixture of 50% water and 50% glycol can be assumed.
- 4.2. If the temperature of the incoming cooling liquid is 60° C the cooling flow needed should be less than 10 liters/minute with a pressure drop over the cooling circuit in the DC/DC that is maximum 300mBar.

Mechanical enclosure

- 5.3. The DC/DC volume should be less than 15 dm³.
- 5.5. The converter should be sealed according to at least IP64.

Environmental

- 6.1. Operating temperature with full power between -40° C and +85° C.
- 6.2. Storage temperature between -50° C and +85° C.
- 6.3. Operating elevation 0 – 4000 meters.
- 6.4. Humidity 10 - 90 % condensing.
- 6.5. The converter should withstand vibrations of 6g in all axis (10-2000Hz).

Leverantörer

- Europa, 5 st (Tyskland, England, Sverige, Italien, Holland)
- Asien, 2 st (Japan, Korea)
- Övriga världen valdes bort i denna förstudie.

Bedömning om seriepris

- Den samlade bedömningen av tidigare erfarenhet och diskussioner med leverantören är att vid serietillverkning av denna DC/DC som en "stand-alone" enhet kommer priset per enhet ligga på ca 3 500 SEK.
- Bedömningen är att om FCEV blir en standard modell kan mycket av funktionalitet integreras med andra inverterar osv. och priset reduceras för denna funktion till ca 1 500-2 500 SEK.

Sammanfattning

- Specifikationen innehåller inga konstigheter och inga motstridiga krav har funnits under arbetet
- För 600VDC system krävs ingen större modifiering
- Leverantörsläget är omoget
- Bedömningen är att priset i volymproduktion ser lovande ut.

Tack

PowerCell Sweden AB och Volvo Cars Corporation tackar SHC, Elforsk och Energimyndigheten för ekonomiska stödet för förstudien.

Ett tack till följande personer har jobbat med förstudien

- Rickard Nilsson, PowerCell
- Erik Osvaldsson, PowerCell
- Felix Haberl, PowerCell
- Anders Hedebjörn, VCC
- Robert Eriksson, VCC
- Lennart Håman, VCC

Thank you!

A graphic advertisement for PowerCell. The background is a blurred image of a road winding through a green forest, suggesting motion and nature. In the top left corner, the PowerCell logo is displayed, consisting of a stylized leaf icon and the word "POWERCELL". Below the logo, the text reads: "PowerCell enables fuel cell solutions based on existing fuels." followed by "PowerCell PEM fuel cell stacks leverages the best of two worlds being hydrogen or reformatte indifferent" and "Visit www.powercell.se".

 **POWERCELL**

PowerCell enables fuel cell solutions based on existing fuels.

PowerCell PEM fuel cell stacks leverages the best of two worlds
being hydrogen or reformatte indifferent

Visit www.powercell.se

Powercell Sweden AB
Ruskvädersgatan 12,
418 34 Gothenburg, Sweden

p: +46 31 7203620
e: info@powercell.se
w: www.powercell.se