

# Back to the Future

Bob Gaasbeek - 8 juni 2016

# ENMO Sound & Vibration Technology

Exclusief partner van Brüel&Kjær Sound & Vibration  
Partner van Brüel Kjær Vibro  
Service & Support Center in Nederland, België en Luxemburg



# Vestigingen

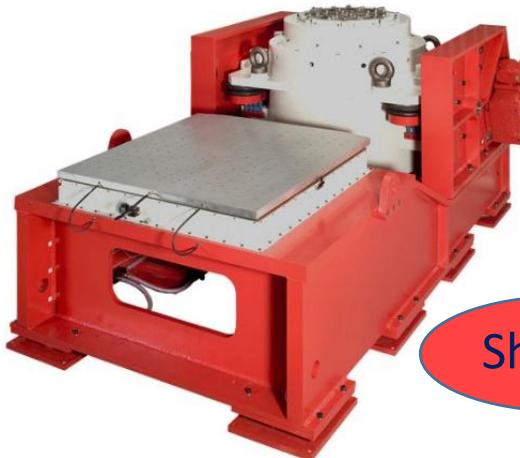
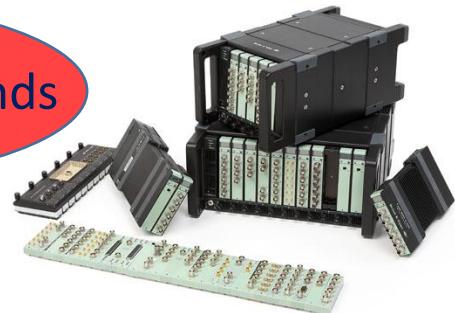




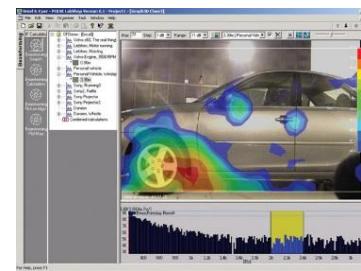
Handheld Instrumenten



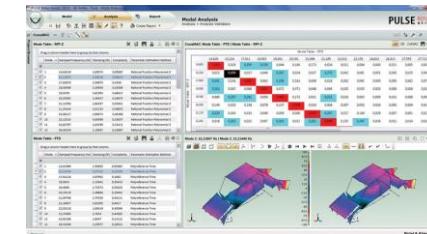
Measurement Front-ends



Shakers



Analyzer Software



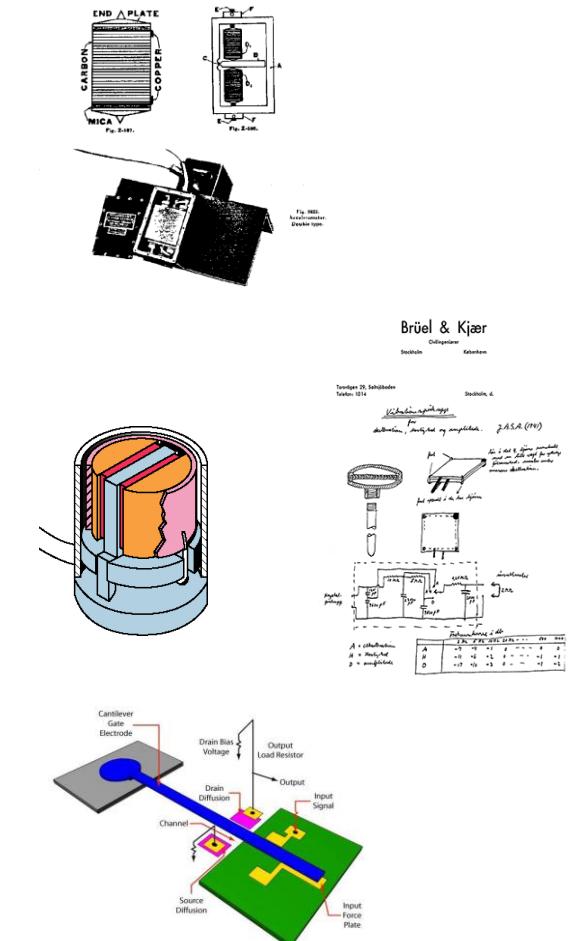
Passie voor Geluid & Trilling



# Sensoren

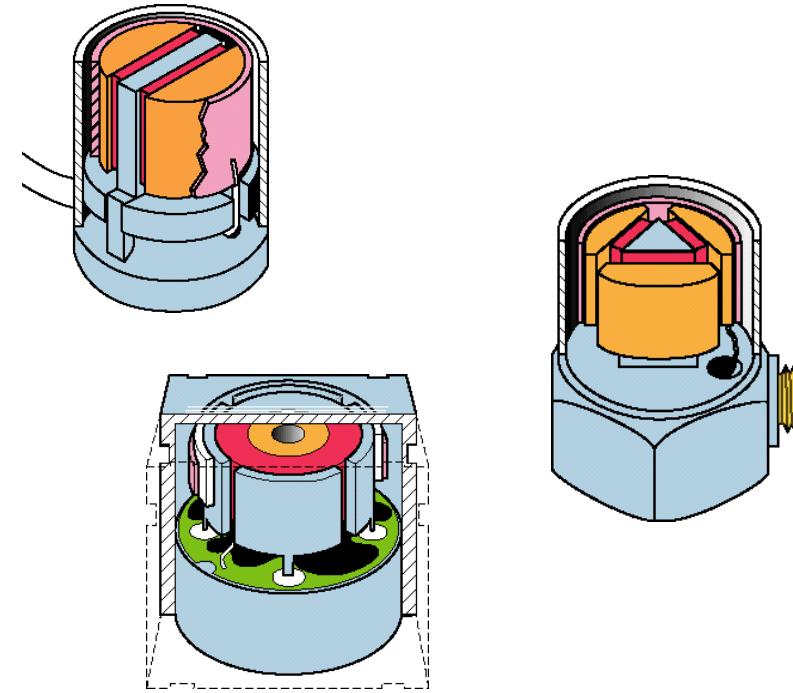
## Geschiedenis versnellingsopnemer

- 1936 McCollum-Peters, eerste carbon weerstand gebonden versnellingsopnemer
- 1943 B&K eerste commerciële pieze-electric versnellingsopnemer 4303  $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$
- Begin jaren 50 natuurlijk vervangen door een keramisch element
- 1950 De pioniers: Columbia Research Laboratories (USA) – Endevco (USA) – Kistler (USA) – Gulton Manufacturing (USA) – B&K (DK)
- 1964 Westinghouse produceert de eerste MEMS versnellingsopnemer



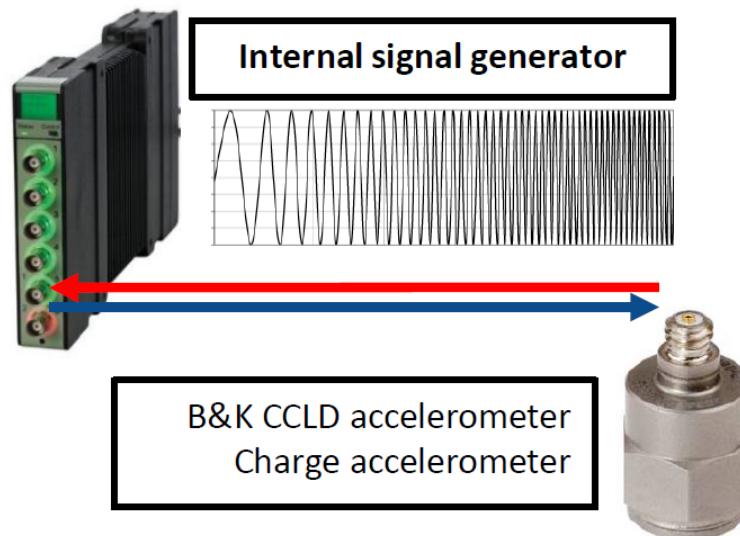
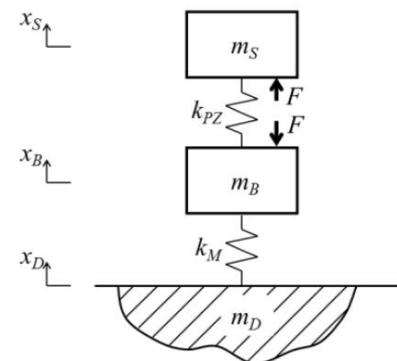
## Toekomst versnellingsopnemer

- Nauwkeurigheid in alle richtingen
- CCLD – ICP toepassingsbereik
- TEDS-applicatie
- Mounted resonance frequency check



## Toekomst versnellingsopnemer

- AMC “Accelerometer Mounted resonance Check”



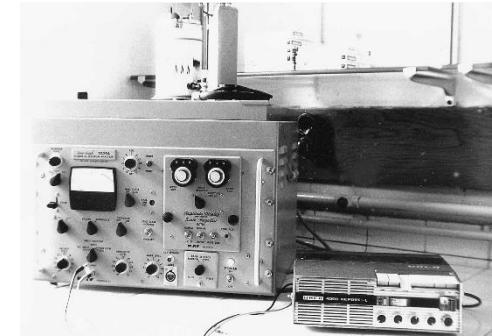
## Keuze versnellingsopnemer

- Frequentie bereik (1Hz – 250Hz / 20Hz – 8kHz)
- Uni-axiaal of tri-axiaal
- Gevoeligheid (1mV/g – 10V/g)
- Charge of CCLD/ICP
- Applicatie - afmetingen en gewicht
- Temperatuurbereik (-75 °C < T > 250°C)
- Environment (zout / zuur / stof / magnetisme / schok bestendig)
- Nauwkeurigheid
- Eigen ruis
- Connector type (M3 – 10/32UNF – M5)
- Montage type (schroef – T-slot – tijdelijk (lijm of bijenwas))
- Beschikbaar budget



## Geschiedenis Spectrum analyzer

- 1754 Eerste primitieve form van FT (Fourier Series) door [Clairaut](#)
- 1965 Methode FFT (Fast Fourier Transform) door [Cooley](#) en [Tukey](#)
- 1967 Federal Ubiquitous Model 90 produceert de eerste FFT-Analyzer (\$35.000,-)
- 1967 TimeData (CA) eerste commerciële FFT analyzer 512-
- 1970+ Verhoging frequentie spectrum – dynamisch bereik
- 1980 HP 3582 eerste 2-kanaals analyzer U\$81.000,-
- 1988 B&K 2032 eerste analyzer met groot intern geheugen
- 1990 Intreden DSP technologie
- 1990+ DOS vervangen door UNIX en Microsoft Windows



## Huidige en toekomstige mogelijkheden Spectrum Analyzer

- DSP mogelijkheden nog verder uit te breiden, zo niet onbeperkt
- Dynamisch bereik: 120dB – 160dB
- Data transfer: 16bit – 24bit
- Signal to Noise ratio

10Hz – 51,2Hz (Info Brüel&Kjær)

<250 $\mu$ Vrms (Input range 10V<sub>peak</sub> / Signal level >316mV<sub>peak</sub>)

<10 $\mu$ Vrms (Input range 10V<sub>peak</sub> / Signal level <316mV<sub>peak</sub>)

- Frequency range tot 204kHz
- Sample rate > 200ksamples/s tot 524Ksample/s

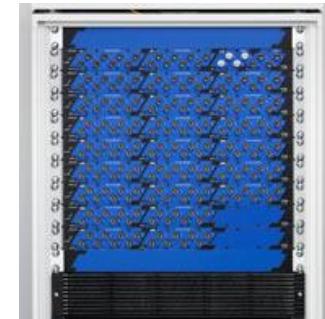
## Huidige en toekomstige mogelijkheden Spectrum Analyzer

- Grote variatie aan front-end



## Huidige en toekomstige mogelijkheden Spectrum Analyzer

- Front-end afhankelijk van applicatie samen te stellen
  - Aantal kanalen
  - Type signaal
  - Type connector
  - Sample rate / frequentie bereik
  - Environment
  - Inbouw ruimte
  - Enz.



## Huidige en toekomstige mogelijkheden Spectrum Analyzer

- Keuze hardware:
  - Aantal kanalen -2, -4, -6, -10, -100 of meer
  - Sample frequentie – frequentie bereik
  - Samenstelling van kanalen
    - Versnelling (charge of CCLD/ICP – uni-axiaal of tri-axiaal)
    - Geluid (prepolarized / 200V polarization)
    - Rekstroken (staties / dynamisch gedrag)
    - Kracht cell
    - Temperatuur
    - Tacho
    - CAN-Bus
    - Enz.
  - Meet on nauwkeurigheid
  - Locatie van de hardware
  - Beschikbaar budget

## Geschiedenis controller en shaker

- Eerste vibratie test, jaren 30 tbv aardbevingen (shock)
- 1940 Eerste vliegtuig testen (sine)
- 1946 Ontwikkeling Electro dynamic shaker
- 1950 Mogelijkheid swept sine uit te voeren
- 1953 Eerste shaker met random capaciteit (Pseudo Random)
- 1960 Broad band random testen (Pyro Shock)
- 1970 Eerste Controller bij GenRad – General Radio)
- 1972 Eerste Random controller in time domain (Spectral Dynamics)
- 1980 Prijs indicatie controller \$80k - \$200k
- 1980 MIL-810 standard
- 1988 Eerste random amplifier (LDS)



Sine controller



Early shaker 1960

## Geschiedenis controller en shaker

- 1990 – Tweede generatie PC gebaseerd Vibration Control software
- HP – IBM beschikbare platforms voor verdere ontwikkeling DOS applicaties
- Data Physics – Lansmont - Ling Electronics - MB Dynamics
- Introductie UNIX operating system



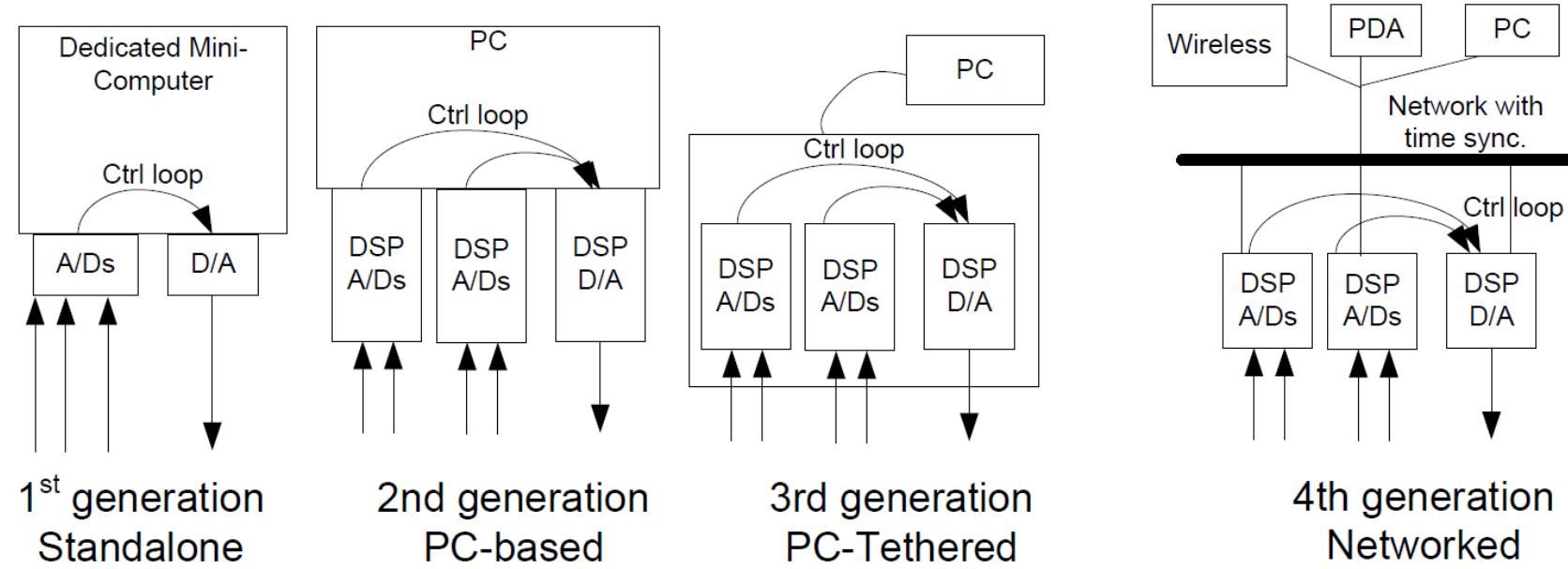
Dactron Laser

- 1996 Eerste niet PC gebaseerde controller (Dactron Laser)
- Betere en sneller algoritmes mogelijk
- Introductie 24bit A/D converter
- 2010 Eerste controller gebaseerd op netwerk structuur IEEE-1588 (Spider-81)
- Tot 1024 kanalen mogelijk



Spider 81

## Geschiedenis controller en shaker



## Toekomst controller en shaker

### Controller

- Meer mogelijk op control strategie (Multi sine – Kurtosis – lijnen - )
- Ruime keuze controllers (Acc. – Velocity – Notching )
- Multi axis controller (6-DOF)
- Road data replication
- Aantal kanalen en data management
- Enz.

### Shaker

- Amplifier > hogere switching frequency
- Introductie nieuwe elektronica
- Hogere cross-axiale stijfheid
- Lucht gekoeld > Efficiency – Force – Displacement – Velocity
  - < Heat dissipation – Noise (stand-by) – Green development
- Water cooled > Efficiency – Force – Displacement – Velocity
  - < Efficiëntere water koeling – Green development

# Vragen

