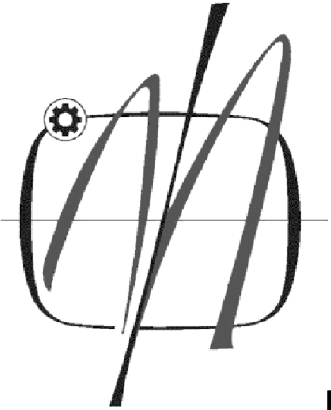


Mašinski Fakultet Univerziteta u Beogradu



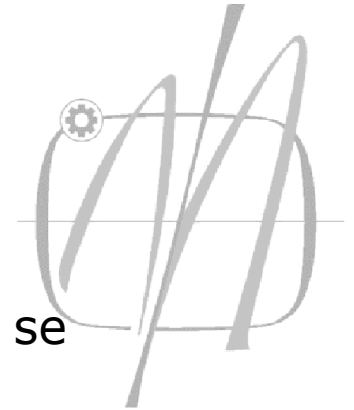
Eksperimenti i simulacije

Dr Aleksandar Marinković, vanredni profesor

**Sistemi za akviziciju podataka (DAQ)
struktura, softver i ulazni signal**

Sreda 01.04.2015.

Eksperimenti i simulacije

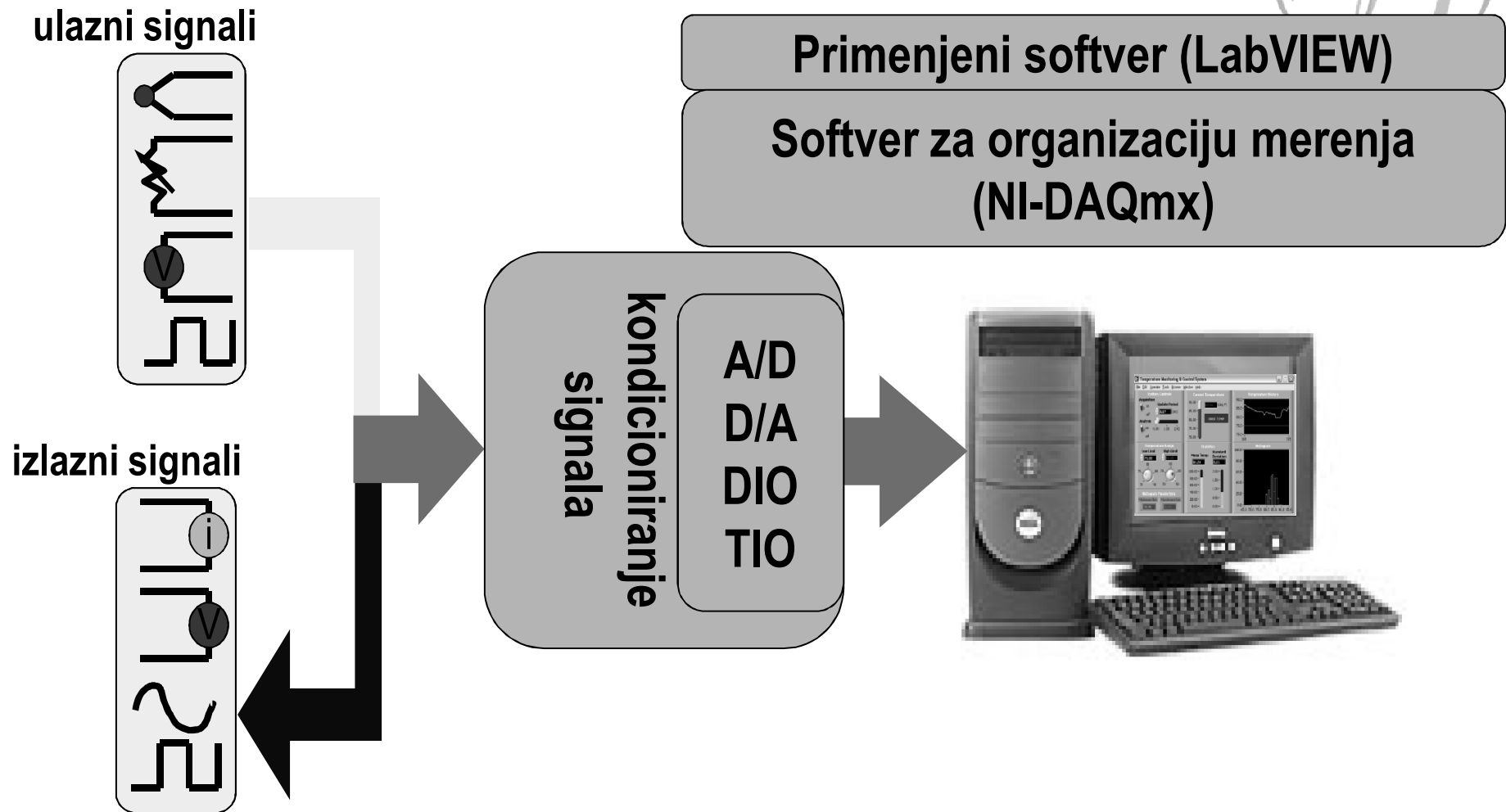


Realizacija savremenih eksperimentalnih istraživanja obavlja se formiranjem tkzv. **akvizicije podataka merenja (DAQ)**.

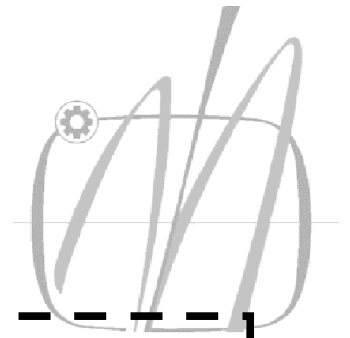
DAQ obuhvata:

- Detekciju određenih veličina u obliku signala (senzori);
- Obrada signala (kondicioniranje);
- Transformaciju signala (pretvarači A/D konverzija);
- Sakupljanje podataka eksperimenata;
- Obrada i skladištenje podataka

Šta je DAQ sistem?



DAQ hardverske opcije



Distributed



Desktop



PXI



Portable/Handheld

Slide 4

KF1

optional: slides in appendix with more information on comparing the hardware platforms

Kristi Fairchild; 3.11.2004

Hardver za kondicioniranje signala



SCC



Modular Signal Conditioning



SCXI

FieldPoint



Integrated Signal Conditioning



PXI Instruments



SC Series



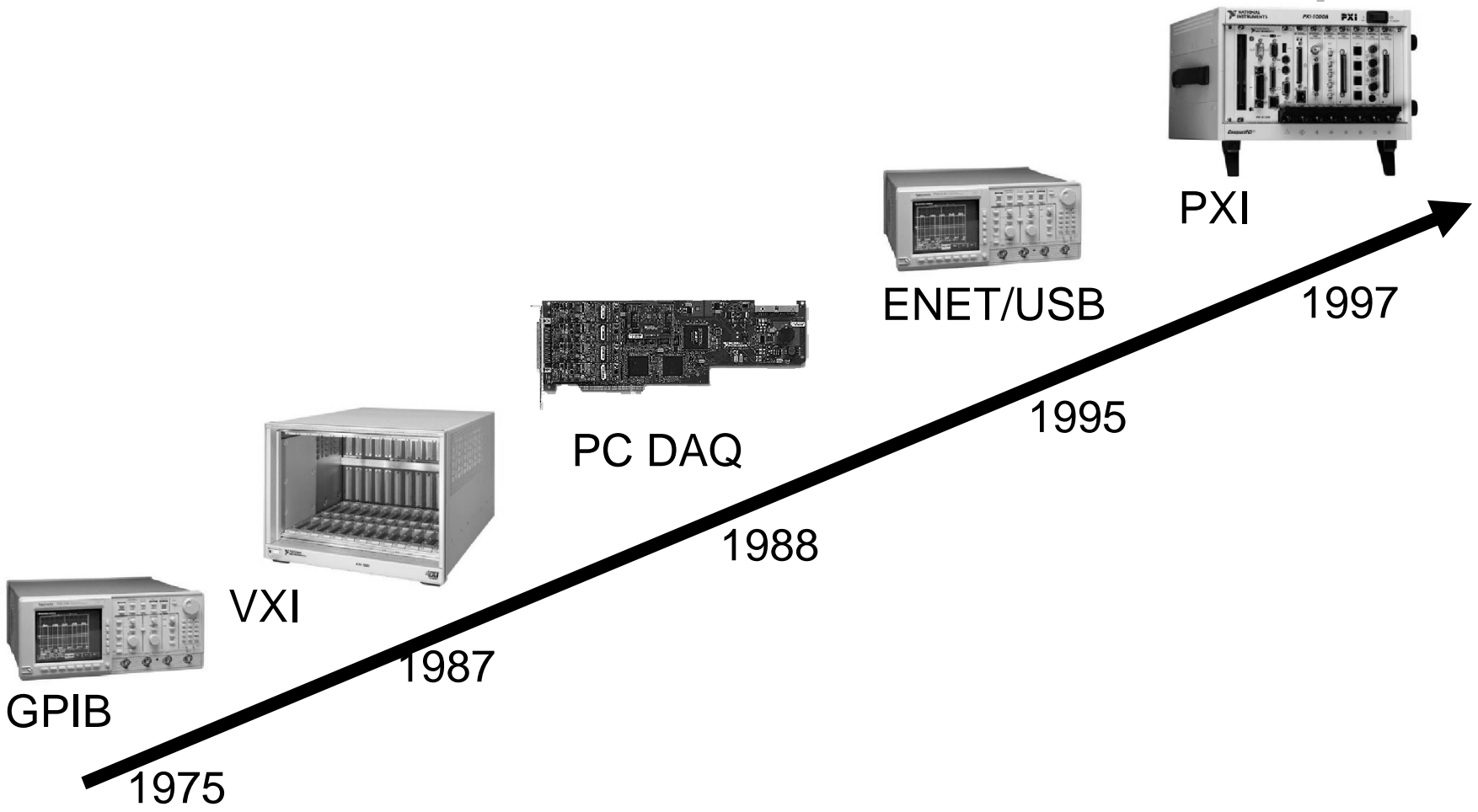
USB-9200 Series

Hardverske platforme – poređenje



	Distributed (Ethernet)	Desktop (PCI)	PXI	Portable/ Handheld
Performance	Slow (<10 Hz)	Medium-Fast (<10 MHz)	Medium-Fast (<2.7 GHz)	Medium (<1.25 MHz)
Capacity (I/O Count)	Medium	Medium-High	High	Low
Rugged Packaging	Best	Good	Better	Good
Bus	Ethernet	PCI	PXI/ CompactPCI	USB, FireWire, PCMCIA, Compact Flash
Advanced Features	Real-time, embedded data logging	Real-time	Real-time, advanced synchronization	Portability, wireless communication

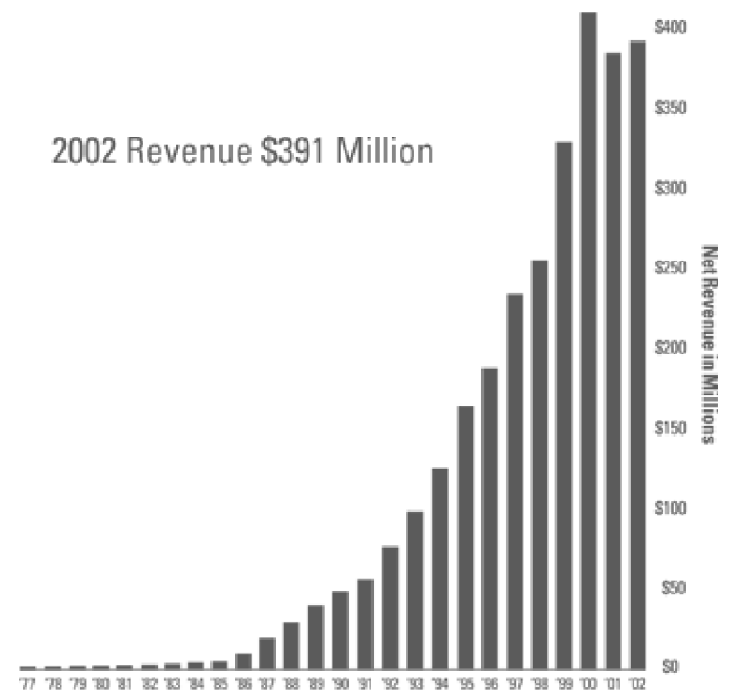
Evolution of Instrument Control Hardware (1975 – 1997)



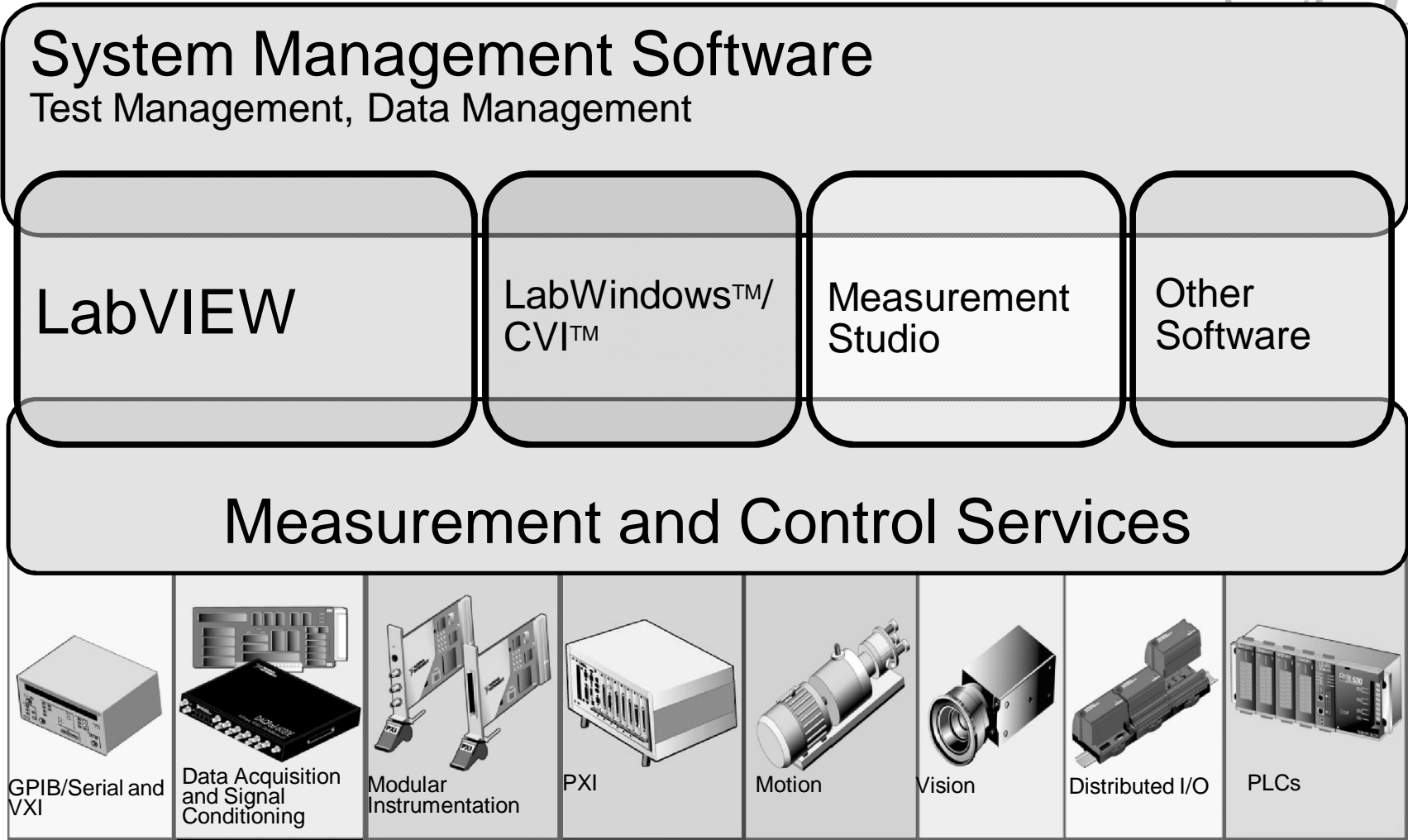
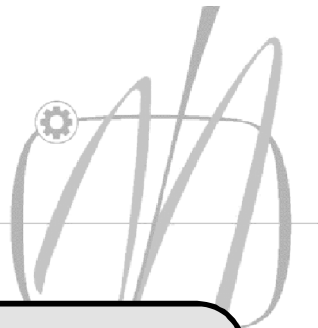
National Instruments - Profile



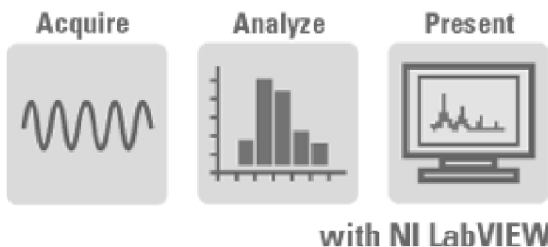
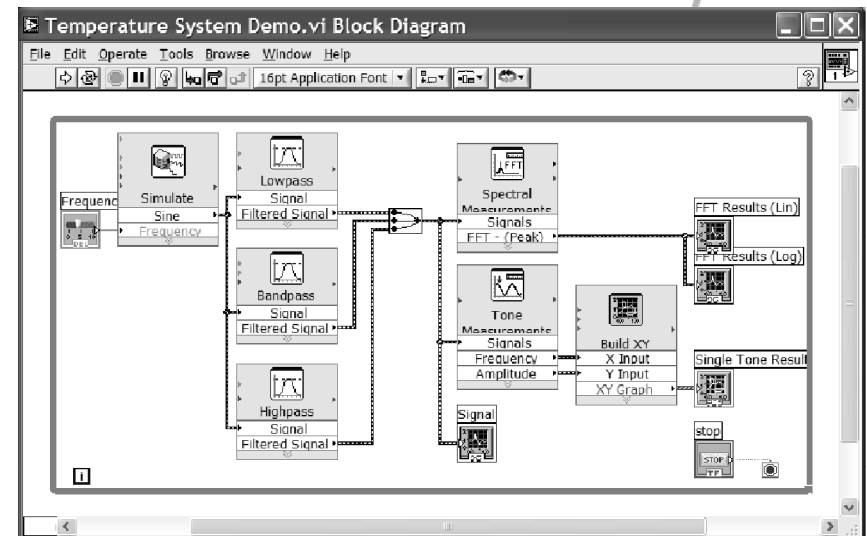
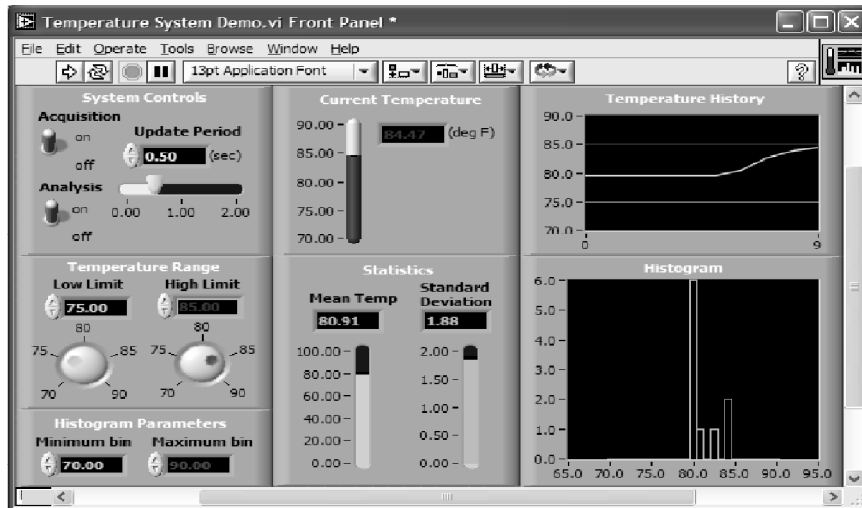
- NI pioneered virtual instrumentation
- \$391 MM revenue in fiscal year 2002
- 25 of 26 years of growth
- *FORTUNE* magazine has named NI one of the 100 best companies to work for in America four years in a row
- Named "Number One Company to Watch" in 2001 by Cahners Electronics Group (publisher of *Electronic Business*, *EDN*, *T&MW*, *R&D*)
- NI harnesses the power of the PC and the Internet to pioneer networked measurement and automation for the global enterprise



Integrated Software Framework



LabVIEW grafičko okruženje



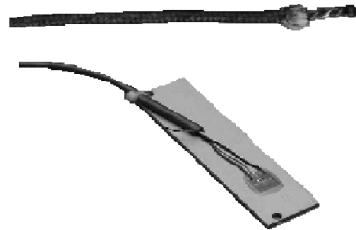
- ◆ Compiled graphical development environment
- ◆ Development time reduction of four to ten times
- ◆ Tools to acquire, analyze, and present your data

DAQ portabl sistem za akviziciju podataka



NI-DAQmx and LabVIEW Software

Sensors



SCC Signal Conditioning
Carrier and Modules



PCMCIA DAQCard



Shielded Cable

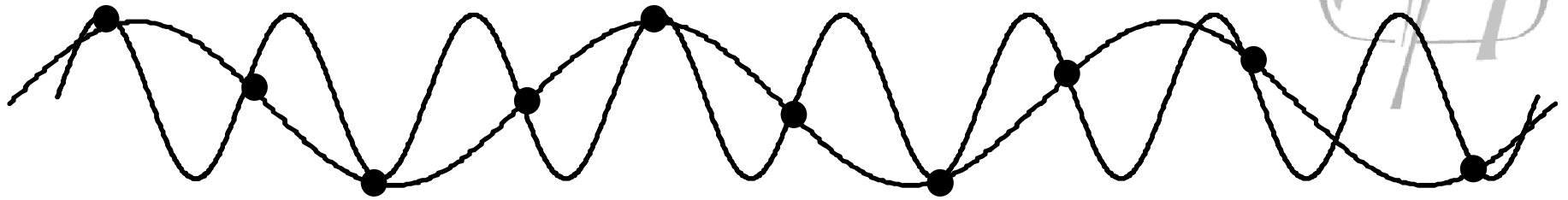
Merenje analognih ulaznih signala



Važni faktori koji se moraju uzeti u obzir prilikom generisanja i merenja analognih signala

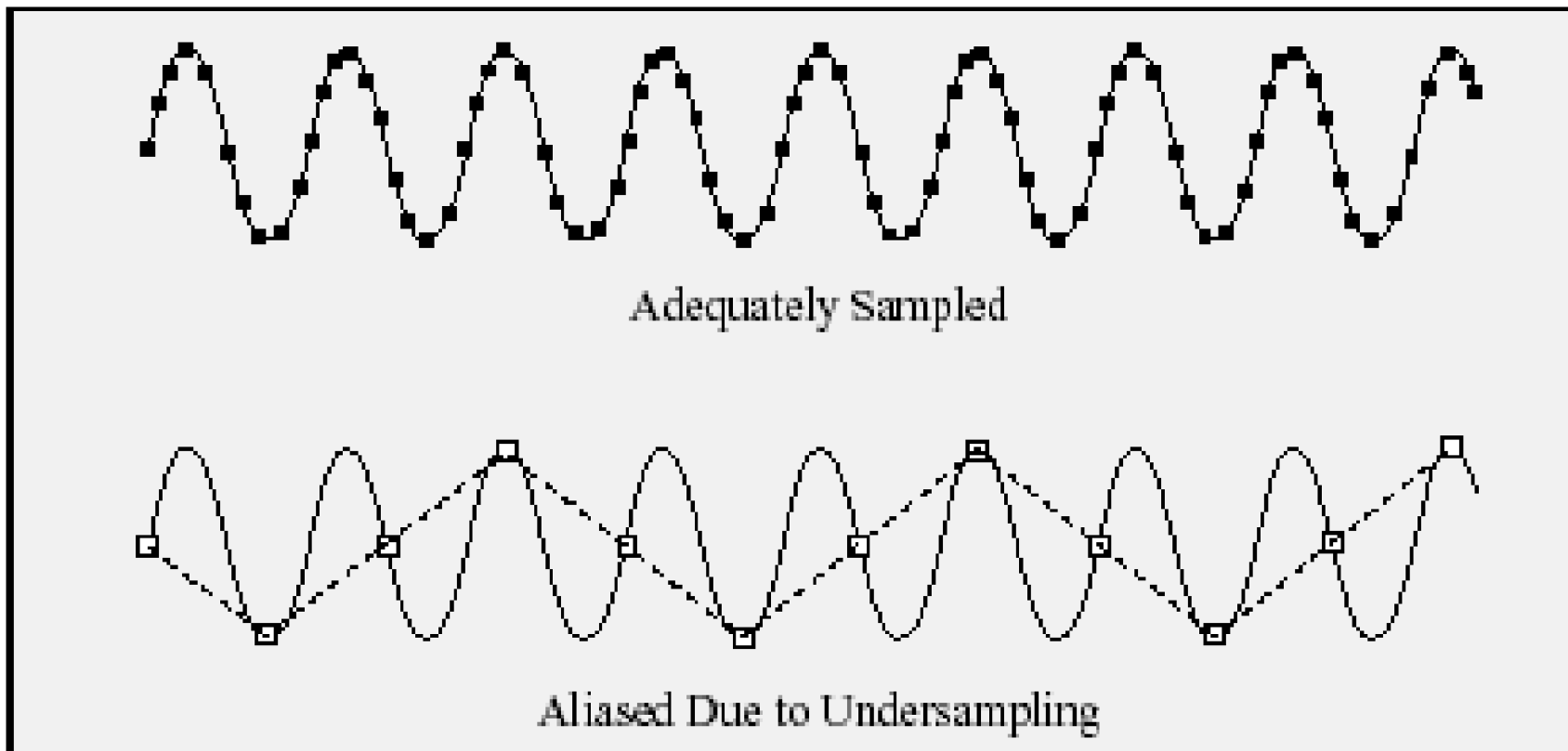
- ◆ Princip – multiplex vs simultano uzimanje uzoraka (sampling)
- ◆ Učestanost uzorkovanja (sampling rate)
- ◆ Tačnost (accuracy)
 - Rezolucija
 - Apsolutna tačnost
 - Raspon i pojačanje
 - Smetnje i njihovo otklanjanje (noise and filtering)
- ◆ Senzori i merenje visokih napona

Analogni ulaz – učestanost uzorkovanja (Sampling Rates)



- ◆ Učestanost uzorkovanja predstavlja frekvenciju sa kojom se uzorci uzimaju od strane senzora
- ◆ Mala frekvencija uzorkovanja (undersampling) može dovesti do pogrešnog tumačenja merenih signala (aliasing).
- ◆ Kada je signal pogrešno uzorkovan ili tumačen, nemoguće je ponovo rekonstruisati originalni signal.
- ◆ Preporuka za pravilan izbor učestanosti uzorkovanja:
 - Frekvencija uzimanja uzoraka treba da je **najmanje 2x veća od najveće učestanosti promene merenog signala.**
- ◆ Za ispravno merenje tačnog oblika promene signala:
 - **Uzorkovati 5–10x većom frekvencijom od učestanosti promene signala.**

Šenonova teorema uzimanja uzoraka (Shannon's Sampling Theorem)



Šenonova teorema uzimanja uzoraka (Shannon's Sampling Theorem)



- ◆ Funkcija $f(t)$ koja se menja sa učestanošću ω_b će biti ispravno detektovana i izmerena ukoliko se obezbedi merenje uzoraka čija je frekvencija veća od $2\omega_b$.
- ◆ Frekvencija $2\omega_b$ se naziva Najkvistovom (Nyquist frequency). The analog input must be sampled at a rate of at least twice the bandwidth of the signal in order to avoid loss of data (**Nyquist Theorem**)
- ◆ Nepisano pravilo ispravnog merenja signala je da ga je potrebno očitavati oko deset puta većom frekvencijom od ω_b .
- ◆ $\omega_s = 10 \omega_b$
- ◆ Radi prevencije od pogrešnog tumačenja signala (aliasing) potrebno je primeniti filtriranje signala (anti-aliasing filter) pre same the A/D konverzije. Ovo je tkzv L.P. filter koji odstranjuje signale čija je učestanost manaj od polovine učestanosti očitavanja (cut-off at $0.5 \omega_s$).

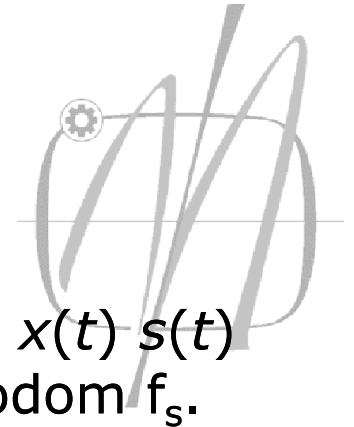
Greške i smetnje u detektovanju signala (aliasing)

"Aliasing" je uobičajena greška izvora merenja signala koja nastaje zbog **neodgovarajućeg očitavanja signala** koji time nije verno predstavljen.

Pretpostavimo da se radi o merenju sinusnog talasa ali sa suviše malom stopom uzorkovanja. Signal se tada pojavljuje kao niža frekvencija signala. Ovaj efekat može ili pojačati ili poremetiti frekvencije ostalih komponenata koje su obuhvaćene merenjem. Nakon što se detektuje takav signal, Nemoguće je predstaviti originalni signal kao smetnju (šum), a harmonijski signali su obično podložni poremećaju signala (aliasing).

Tipičan primer ove vrste je merenje vrednosti temperature pomoću termopara uz 50/60 Hz šuma, što je uobičajen problem zbog šuma koji potiče od napajanja standardnih električnih uređaja.

Šum, smetnje (aliasing)



- ◆ Pretpostavimo da je ulazni signal opisan sa: $x_s(t) = x(t) \cdot s(t)$ gde je $s(t)$ funkcija koja predstavlja uzorak sa periodom f_s .
- ◆ $s(t)$ može biti opisana u obliku Furijeovog reda.

$$s(t) = c_0 + \sum_{n=1}^{\infty} 2c_n \cos n\omega_s t$$

- ◆ funkcija x_s može da se piše i u razvijenom obliku:

$$x_s(t) = c_0 x(t) + 2c_1 x(t) \cos \omega_s t + 2c_2 x(t) \cos 2\omega_s t + \dots$$

Šum, smetnje (aliasing)

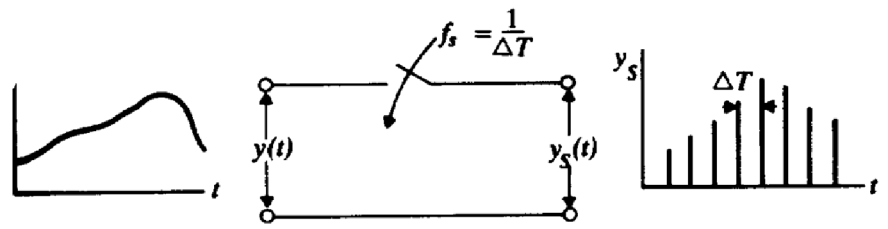


- ◆ Fourieova transformacija ovog izraza daje:

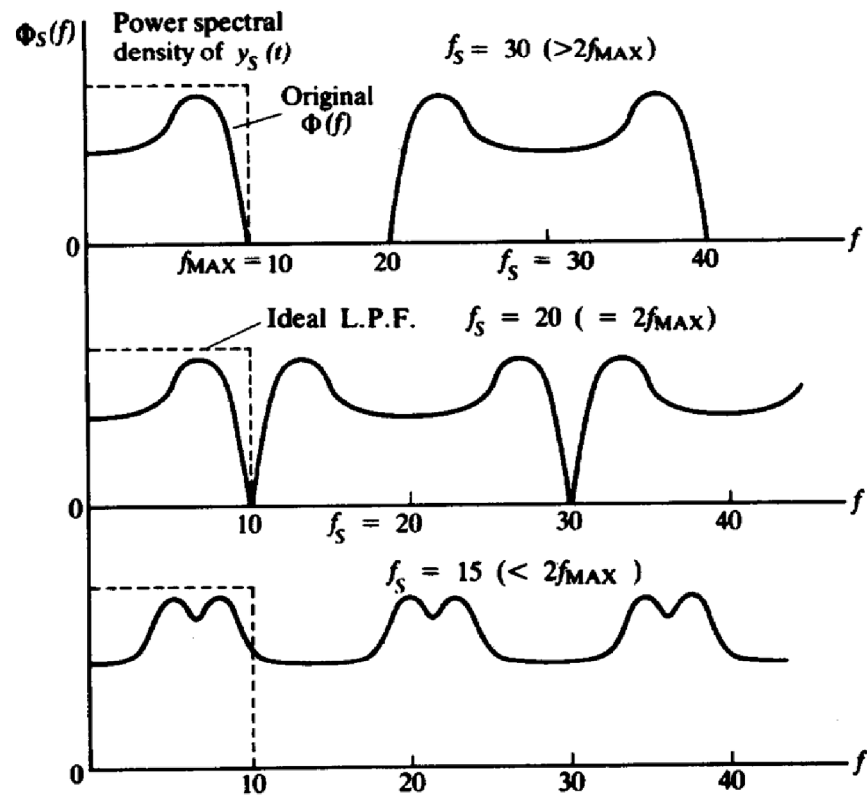
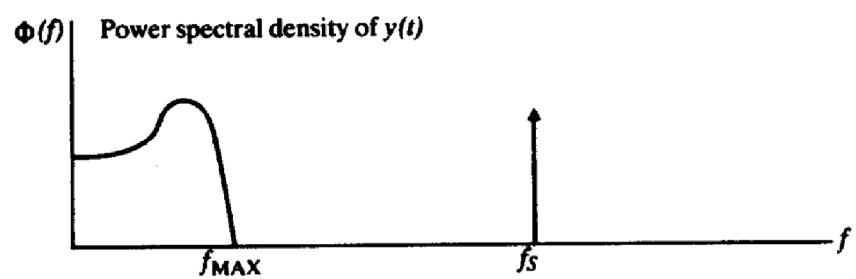
$$X_s = c_0 X(f) + c_1 [X(f - f_s) + X(f + f_s)] \\ + c_2 [X(f - 2f_s) + X(f + 2f_s)] + \dots$$

- ◆ Spektar uzoraka će sadžati više frekvencije (kopije) originalnog signala.

Smetnje, šum (aliasing) će se javljati u slučajevima kada se neki od tako dobijenih novih članova (kopija) preklapaju.



Šumovi i smetnje pri detektovanju spektra signala

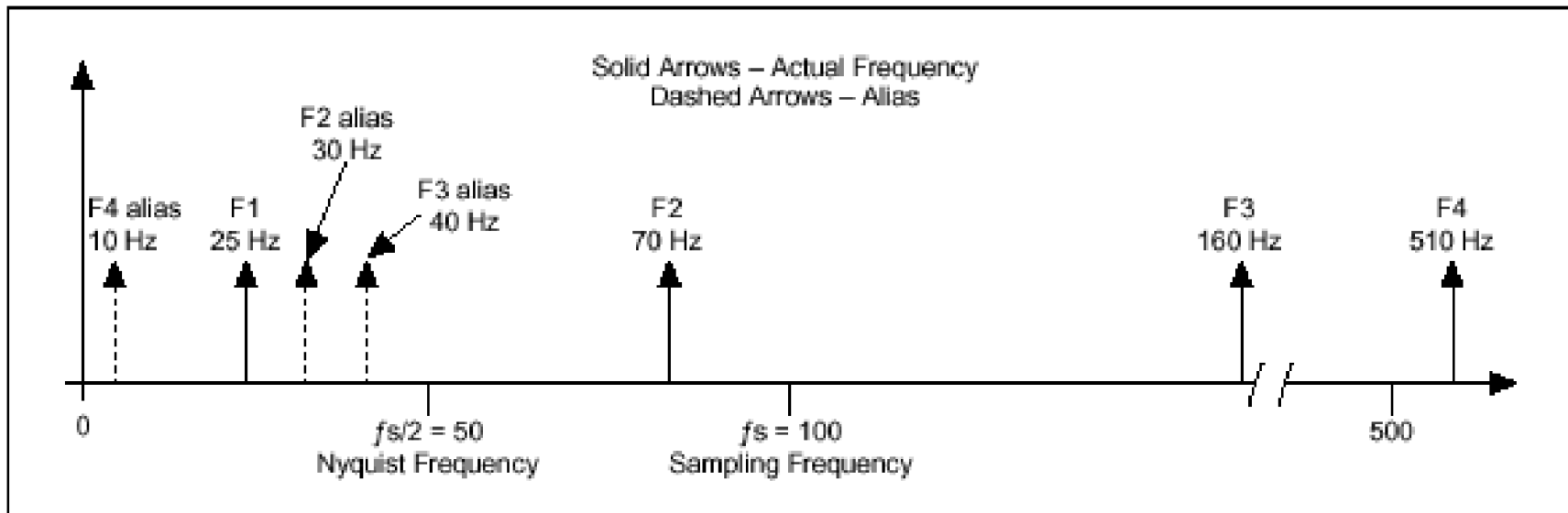


veoma bitan je oblik funkcije gustina spektra $\Phi(f)$

Šum, smetnje – Primer 1



- ◆ Signal sa realnim komponentama na 25,70,160 and 510 Hz se uzorkuje sa 100 Hz.
- ◆ Izračunate su frekvencije šuma, tj. (alias) frekvencije. (isprekidane linije na slici)



Šum i buka (noise)



- ◆ Neželjeni električni signali koji se javljaju u sistemu tokom merenja i zbog kojih se javljaju "lažni" signali merenih veličina na izlazu nazivaju se **šum**.
- ◆ Šum može biti posledica spoljašnjih uticaja (kada se nazivaju smetnjama "interferencama"), ali mogu da nastanu i u samom sistemu.
- ◆ Šum i smetnje mogu na neki način ograničiti performanse sistema merenja, ali postoje različite metode i tehnike koje manje ili više mogu umanjiti njihov uticaj na sistem i merenje u celini.

Odnos signala i šuma (Signal to Noise Ratio)



- ◆ Signal koji se meri sastoji se od dve komponente.
- ◆ signal = željeni signal + šum
- ◆ Odnos signal / šum (S/N) se koristi da opiše njihove relativne veličine (magnitudes).
- ◆ S/N odnos se obično izražava u decibelima (dB).

$$\begin{aligned} \text{S/N ratio} &= 10\log_{10} \frac{\text{signal power}}{\text{noise power}} \\ &= 20\log_{10} \frac{\text{signal voltage}}{\text{noise voltage}} \end{aligned}$$

Odnos signala i šuma (Signal to Noise Ratio)



For a system with an input and an output:

$$\text{Noise Ratio (NR)} = \frac{(S/N)_{in}}{(S/N)_{out}}$$

and

Faktor šuma Noise Figure (NF) = $10\log_{10}NR$

$$\Rightarrow 10\log_{10}NR = 10\log_{10}(S/N)_{in} - 10\log_{10}(S/N)_{out}$$

$$\Rightarrow (S/N)_{out} \text{ (dB)} = (S/N)_{in} \text{ (dB)} - NF$$