

EKA Līgums Nr. 4000115326/15/NL/Nde

On-board implementation of the multi-purpose Event Timer (MPET) Daudzfunkcionālā on-board notikumu reģistratora realizācija

Projekta ilgums: 01.02.2016 - 31.12.2017 (23 mēneši)
Līgumsumma: 396,038 EUR

Projekta dalībnieki un darba organizācija:

SIA Eventech (galvenais darbuuzņēmējs) ir dibināts 2011.gadā kā Latvijas Elektronikas un datorzinātņu institūta (EDI) "spin-off" uzņēmums ar mērķi komercializēt notikumu reģistratora licencēto tehnoloģiju, un attīstīt tās jaunus pielietojumus. Sadarbībā ar EDI ir ražoti un pārdoti vairāk nekā 50 notikumu reģistratori visās pasaules valstīs, un ir iekārtoti vairāk nekā 50% no satelītu lāzerlokācijas pasaules tirgus.

EDI (apakšuzņēmējs) ir dibināts 1960.gadā Latvijas Zinātņu akadēmijas ietvaros un šobrīd ir neatkarīgs valsts zinātniskais institūts, kas veic fundamentālus un lietišķus pētījumus datorzinātnes, informāciju, komunikāciju un elektronisko tehnoloģiju un aparātūves jomās. Vairāk nekā pēdējo 40. gadu laikā EDI tika veikti pētījumi par notikumu plūsmu reģistrāciju un apstrādi ar superaugstu izšķirtspēju.

Czech Space Research Centre (CSRC) (apakšuzņēmējs) ir privāts uzņēmums, dibināts 1994.gadā, kas atrodas Brno, un nodarbojas ar kosmosa tehnoloģiju un standartu pārvešanu Čehijas kosmosa nozarē. CSRC galvenā darbības joma ir sarežģītās kosmosa elektronikas realizācija, balstoties uz elektronikas dizaina un ražošanas iespējām uzņēmuma tīrajās telpās. CSRC ir nozīmīga zinātniskā un pētniecības bāze Elektriskās Inženierijas un Komunikāciju fakultātē Brno Tehnoloģijas Universitātē, kā arī ir uzkrāta pieredze veiksmīgi paveiktajos projektos ar EKA un citiem pasaules līmeņa partneriem kosmosa nozarē.

Projekta mērķis:

Izstrādāt inovatīvu, konkurētspējīgu pasaules tirgū, **daudzfunkcionālu notikumu reģistrators** kosmosa pielietojumiem, kurš būtu izturīgs pret radiāciju, plaša diapazona temperatūras izmaiņām, vibrāciju un triecieniem, kuri var rasties kosmosa vidē.

Nodevumi:

- Elektronika
 - BB / Breadboards spiesto plašu modeļi 1 un 2
 - EM / Inženierijas modelis
 - Kvalifikācijas modelis
- Dokumentu paka

Dalībnieku uzdevumi un atbildība:

- Projekta menedžments
- Komponentu un daļu piegāde
- Spiesto plašu maketu ražošana un montāža
- Testa procedūru nodrošināšana ar apakšuzņēmējiem
- Izpēte, projektēšana un moduļu izstrāde
- Realizācija, demonstrācija laboratorijā un attiecīgajā darba vidē
- Moduļu BB1, BB2, EM, QM palaišana darba stāvoklī, korekcijas
- Moduļu EM un QM ražošana
- QM vides testu kampaņa
- Atbalsts inženierijā un projektēšanā

MPET specifikācijas:

- Mērījumu precizitāte <10 ps
- Laiks starp mērījumiem <80 ns
- Augsts mērījumu ātrums 12.5MHz
- Svars <0.4 kg
- Kastes izmērs 200x140x30 mm
- Ārējais barošanas avots +28V

Projekta tēmas aktualitāte:

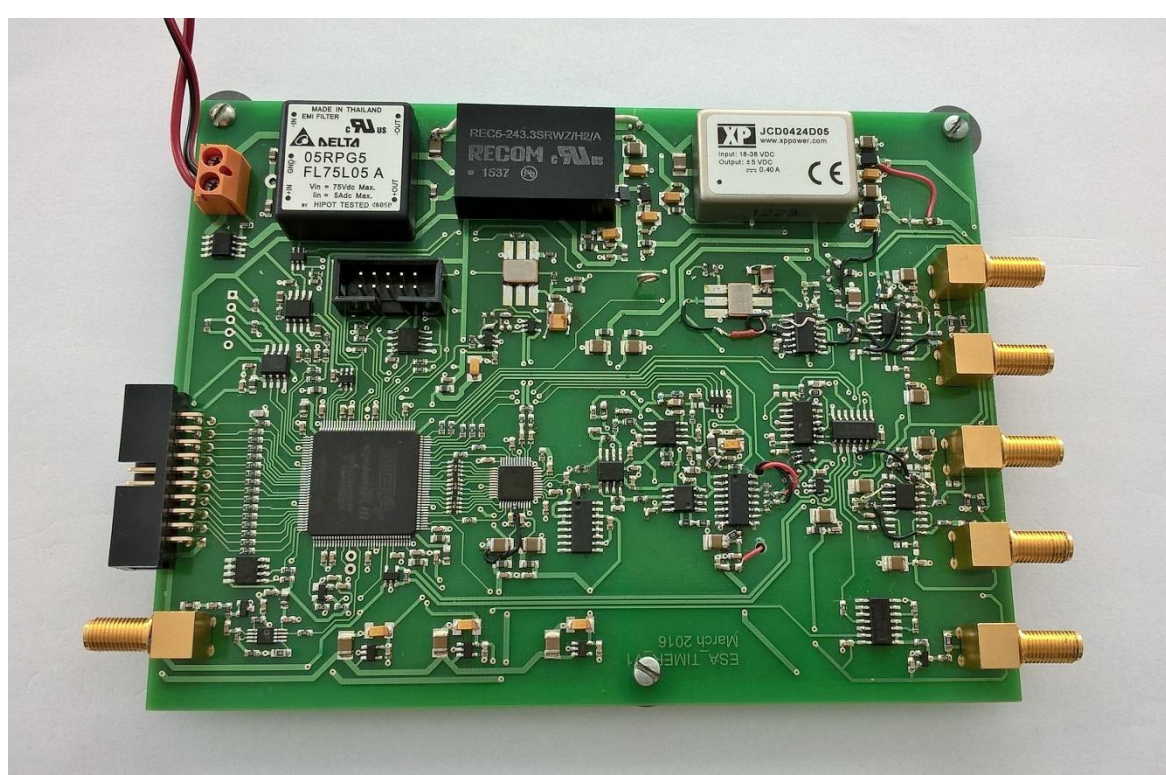
Zinātnē un ikdienas dzīvē ir vairāki pielietojumi, kuros ir nepieciešami precīzi notikumu laika mērījumi, kā arī ir vairākas kosmosa un Zemes misijas, kurās precīzie laika mērījumi dod papildus iespēju iegūt ļoti būtisku informāciju. Lidojuma laika (*time-of-flight*) mērījumi ir izmantoti tālo distanču mērījumiem (satelītu un Zemes lāzerlokācijā, laika pārnese sistēmās, kosmisko atlūžu novērošanā, Zemes un kosmosa LiDAR uzdevumos, 3-D skenēšanā) un īso distanču mērījumiem (lidojuma-laika masspektroskopijā, fluorescētajā spektrometrijā, laikā korelēta viena fotona skaitīšanā). Citās eksperimentālajās metodēs ir svarīgi mērīt noteiktu notikumu precīzus laika momentus, nevis intervālus, atsaucoties uz laika skalu (kodolpētījumi, ķīmisko procesu mehānismi, pārējas procesi elektroniskajās shēmās). MPET notikumu reģistrators funkcionālās spējas nodrošinās precīzu notikumu laika reģistrēšanu ar ātru mērījumu atkārtēšanas biežumu, kas pozitīvi ietekmēs izstrādes konkurētspēju kosmosa izpētes jomā un citos pielietojumos.

Kā redzams, precīzie notikumu laika mērījumi tiek izmantoti gan fizikā, gan būvniecībā un inženierijā, arī medicīnā, tāpēc paredzam, ka, ārpus galvenā projekta mērķa pielietojuma kosmosa sistēmās, daudzfunkcionālajam notikumu reģistratoram būs arī daudzi citi kosmosa un Zemes pielietojumi. MPET pielietošana palīdzēs uzlabot esošās notikumu reģistrācijas metodes un iegūt precīzāku informāciju par attālumu, ātrumu, notikumu biežumu, un citu ar laiku saistītu informāciju. Tas, savukārt, palīdzētu uzlabot uz doto momentu izmantotās tehnoloģijas un padarītu tās vairāk precīzas un ar mazāku kļūdu iespējamību, kas uzlabotu esošo procesu un uzdevumu izpildes kvalitāti, un padarītu aktuāli lietojamās tehnoloģijas drošākas, kas novestu pie budžeta līdzekļu ietaupīšanas un jauno iespēju atklāšanas.

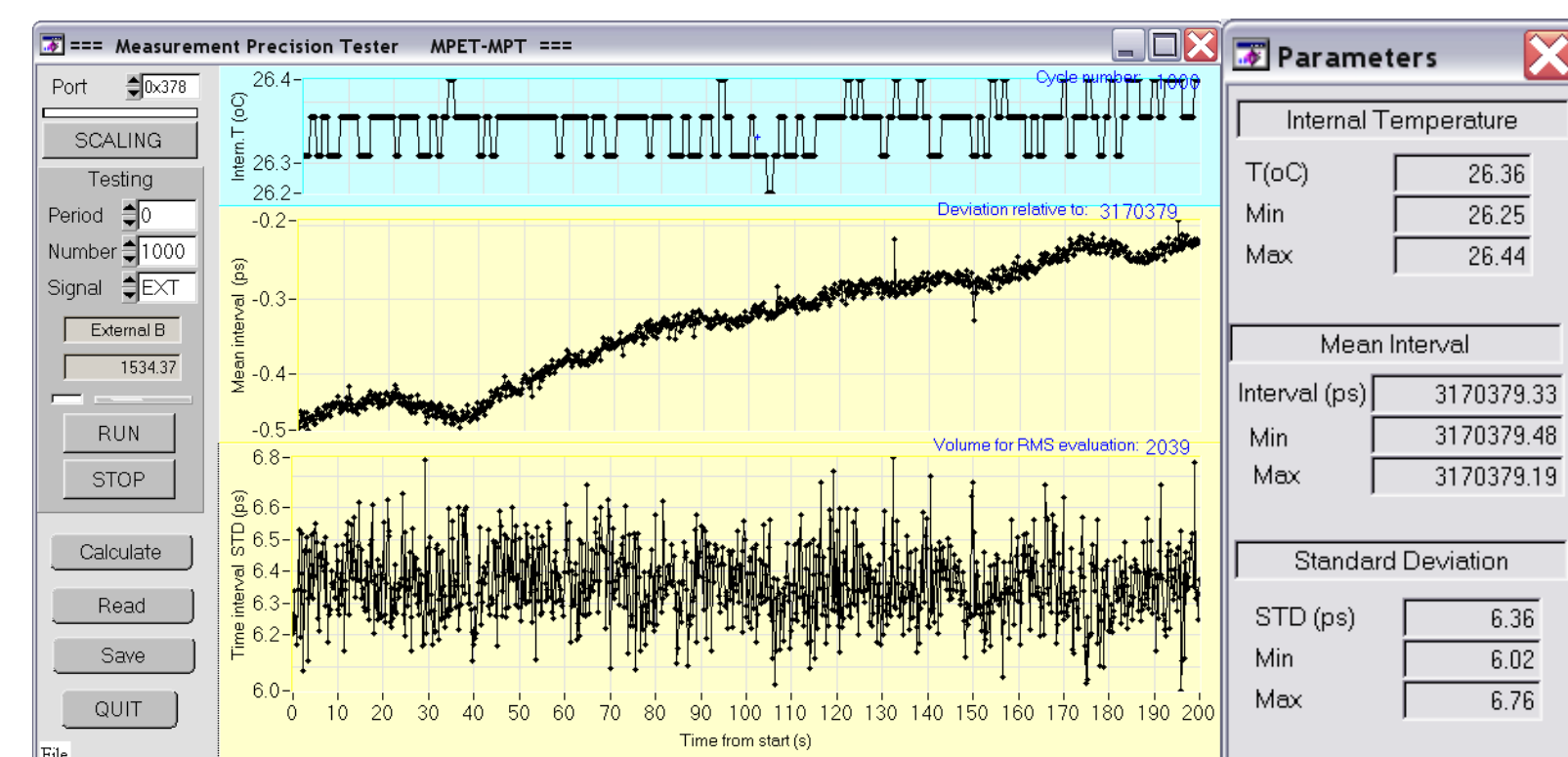
Galvenie tehniskie sasniegumi:

- MPET moduļa tehnisko specifikāciju definīcija un apraksts
- Izstrādāts un palaists darba stāvoklī pirmais MPET modulis; izvērtēti precizitātes parametri (Breadboard 1)
- Izstrādāts un palaists darba stāvoklī otrais MPET modulis ar jaunu signālu priekšapstrādi, iegultu kalibrēšanu un laika prezentāciju pikosekundēs (Breadboard 2)
- Elektronisko komponentu saraksti priekš EM un QM, un to apstiprināšana no EKA puses
- Gandrīz pabeigta izvērtēšana EM un QM komponentu iepirkumam

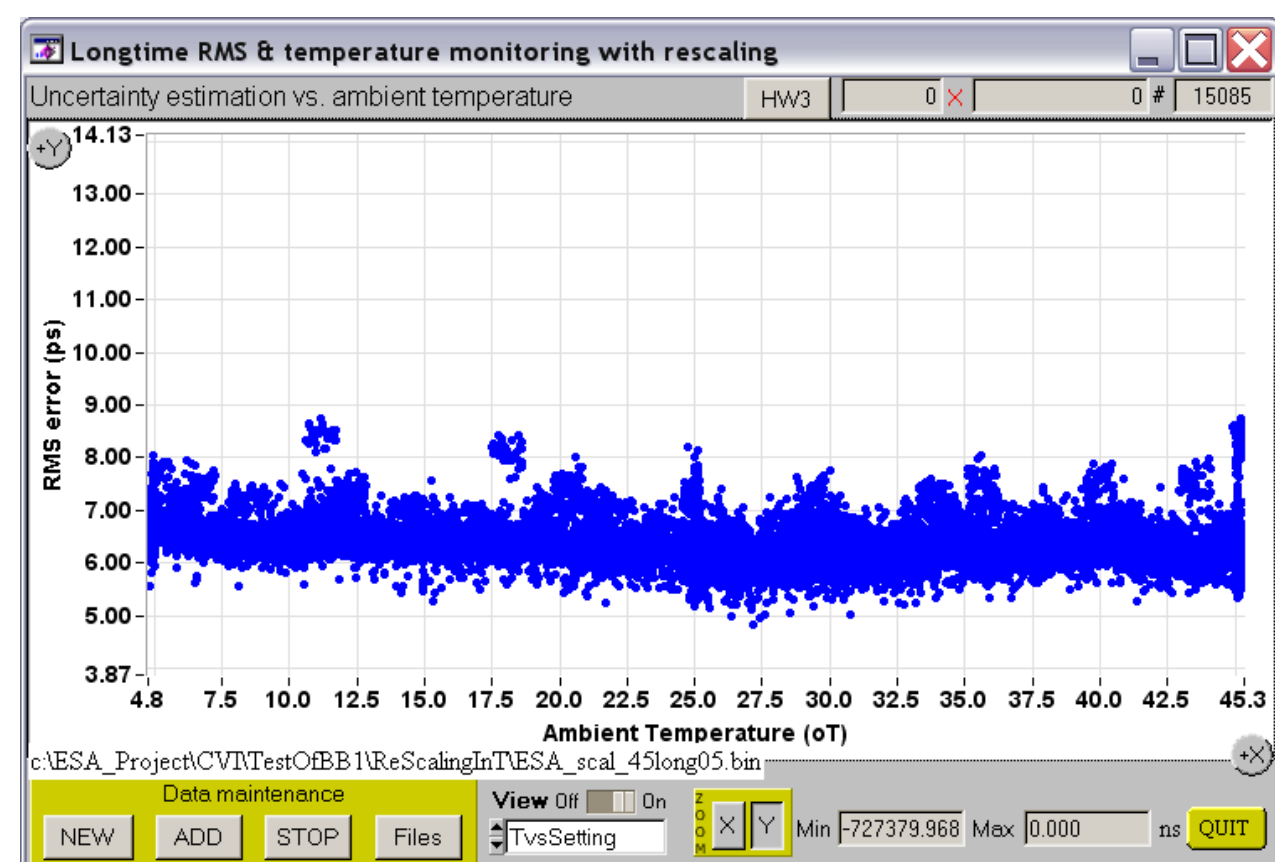
Pirmais MPET modulis - Breadboard 1: testēšanas rezultāti



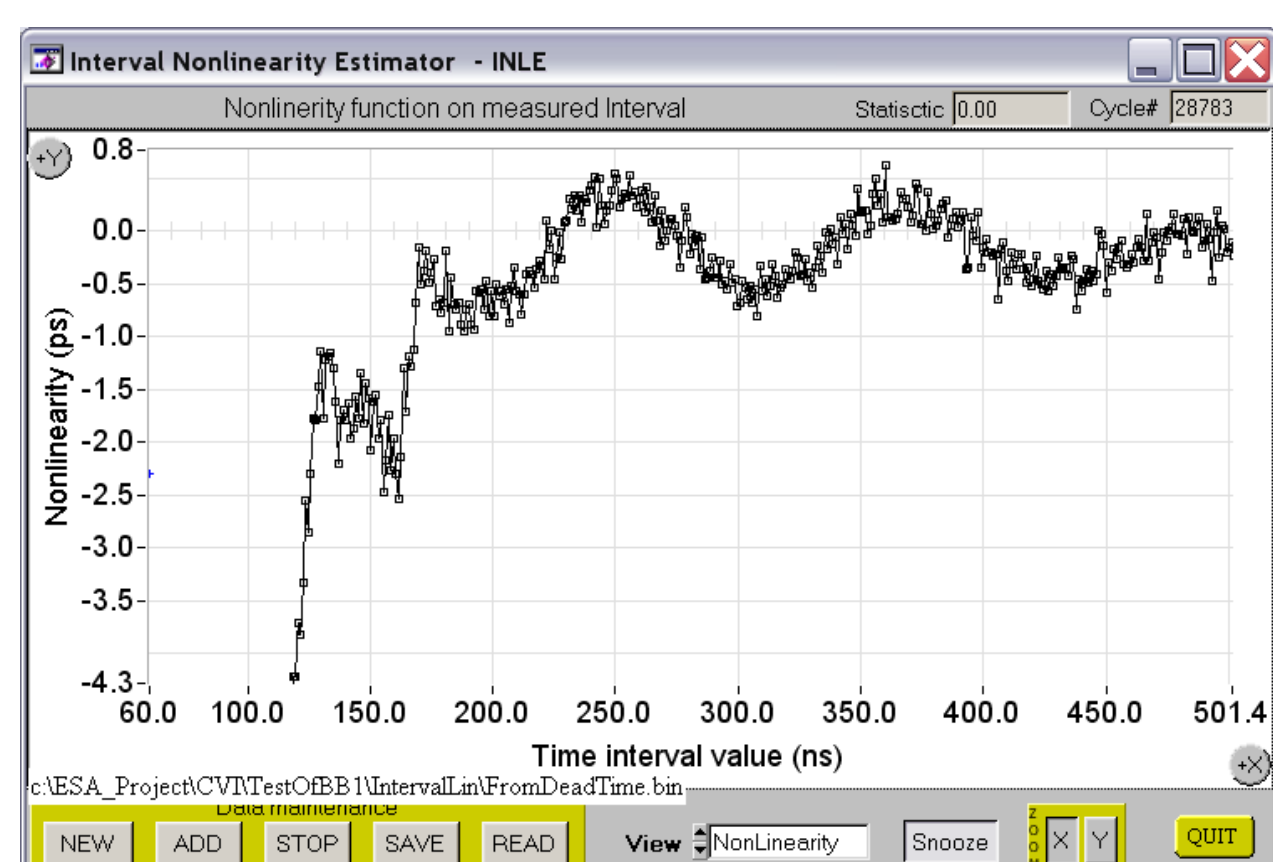
Att. 1. BB1 moduļa realizācija



Att. 2. BB1 moduļa mērīšanas precizitātes novērtējums



Att. 3. BB1 moduļa precizitātes novērtējums temperatūras diapazonā no 5 līdz 45°C



Att. 4. BB1 moduļa intervālā nelinearitātes kļūda pēc 200 ns ir mazāka par 1 ps

Tab. 1. BB 1 moduļa sasniegti precizitātes parametri

Shēmas definēti parametri:	Komentāri
Laika mērīšanas diapazons:	
no 60 ns	
līdz 5.2 ms	Var tikt palielināts
vismazākais nozīmīgais bits	2.5 ps Var tikt samazināts
laiks starp mērījumiem	60 ns
buferatmiņa (<i>time-tags</i>)	2040 Var tikt palielināts

Precizitāti noteicošie parametri:

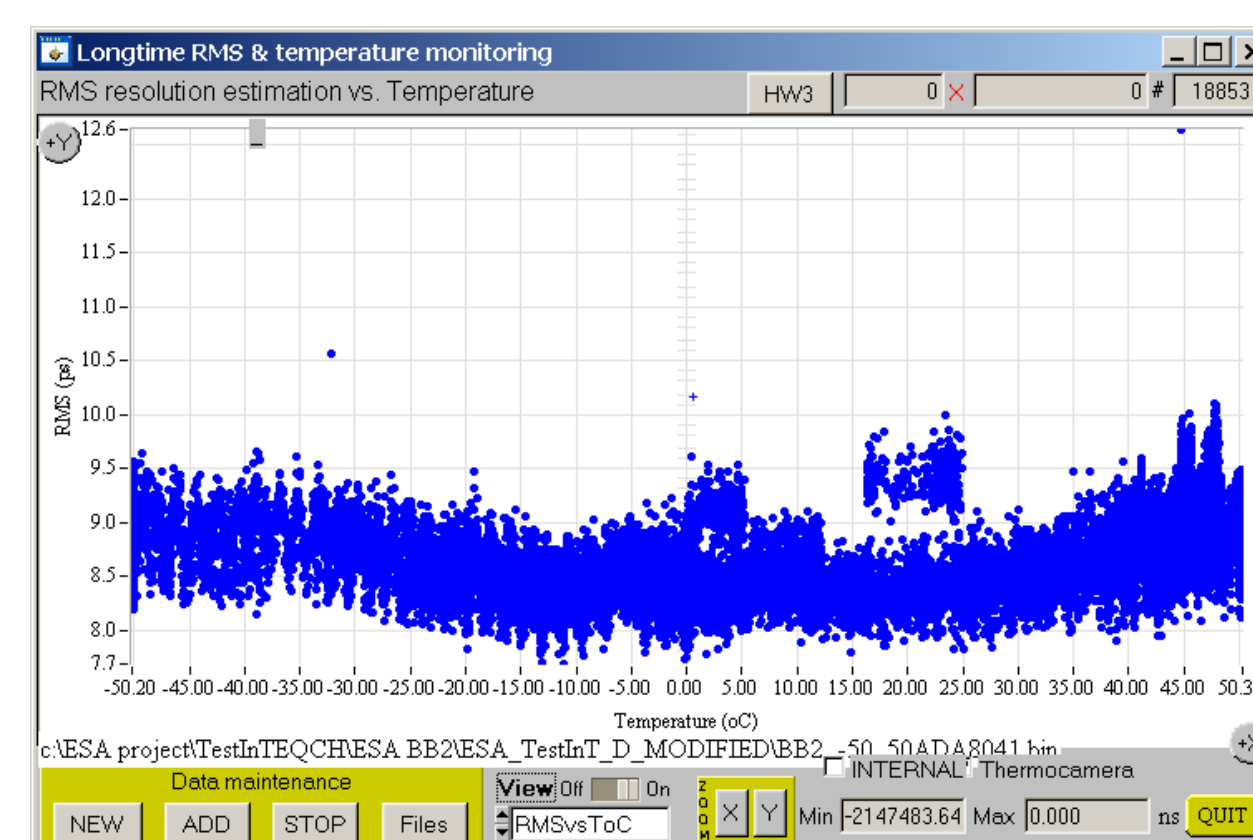
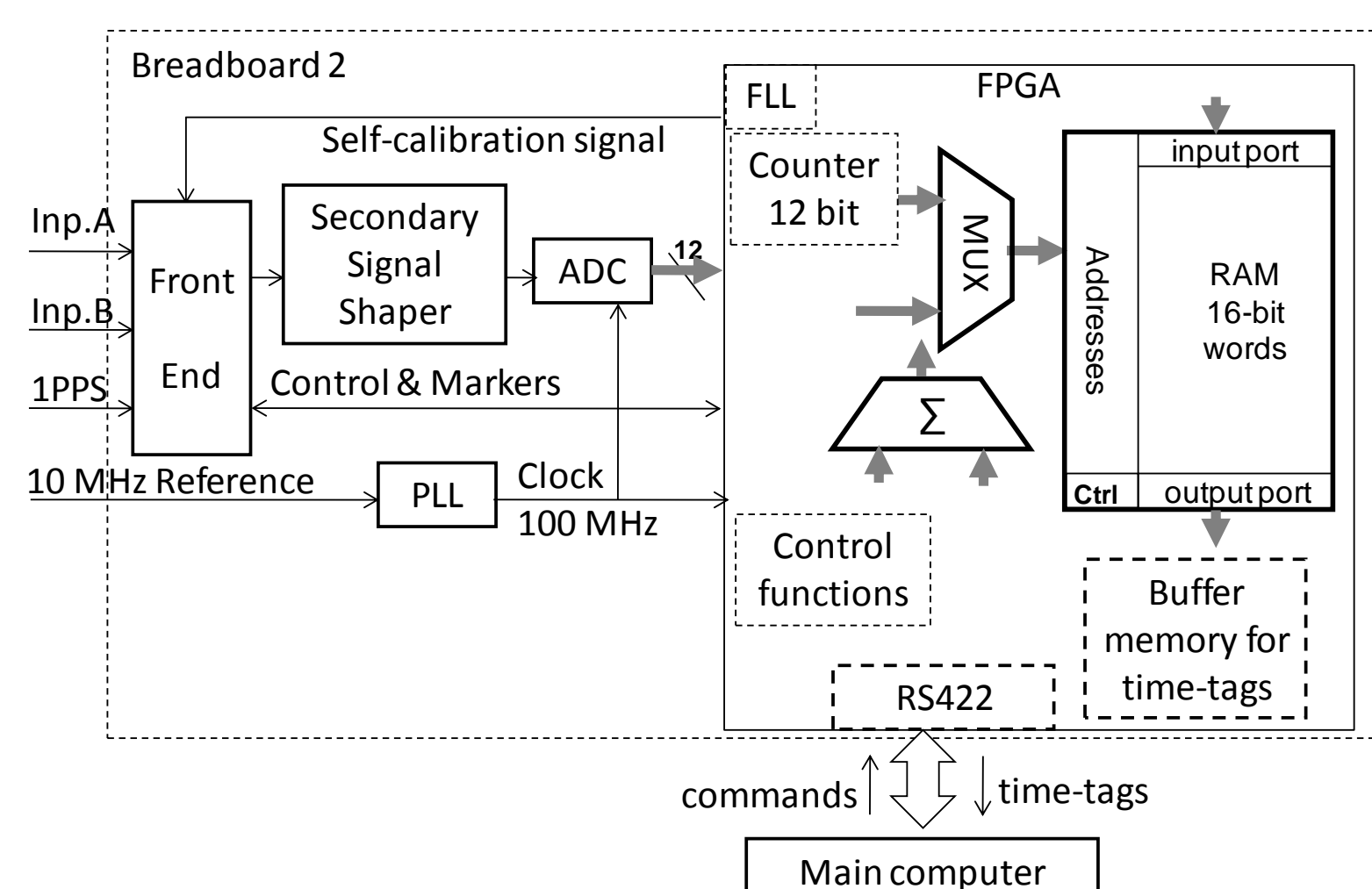
Mērījumu nenoteiktība intervāliem:	8.2 ps	
ieskaitot:		
integrālā nelinearitāte	4.2 ps	
intervālu nelinearitāte	< 1 ps	Intervāliem > 200 ps

Rezultātu atkarība no temperatūras:

<i>Input-to-input</i> ofseta nobīde	2.7 ps/°C	Tīks novērsts
<i>Single input</i> novirze	25 ps/°C	Tīks novērsts

Otrais MPET modulis - Breadboard 2: struktūra un pirmie testēšanas rezultāti

Att. 5. BB2 moduļa blokshēma. Jaunā "Front End" shēma nodrošina diferenciālu ievadus katram signālam. Shēmā iekļautas komponentes ar prototipiem, derīgiem darbam kosmosā. Lielākās integrācijas pakāpes FPGA nodrošina iegultu kalibrēšanas procedūru, laika skalas stabilitāti un datu izvadi tieši pikosekundēs, atbrīvojot galveno datoru no papildu datu apstrādes.



Att. 6. Pirmie rezultāti BB2 precizitātes novērtējumam temperatūras diapazonā no -50 līdz +50 °C