

<b>Struttura PADOVA</b>	<b>Gruppo</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>	<b>5</b>
<b>Coordinatore: Roberto MARTINELLI</b>	

**COMPOSIZIONE DEI GRUPPI DI RICERCA: A) - RICERCATORI**

Componenti del Gruppo e ricerche alle quali partecipano:

N.	Cognome e Nome	Qualifica				Affer. al Gruppo	RICERCHE DEL GRUPPO IN %										Percentuale impegno in altri Gruppi				Altri impegni				
		Dipendenti		Incarichi			EXPLODET	TOTEMRISC																	
		Ruolo	Art. 23	Ricerca	Assoc.																	I	II	III	IV
1	BATTITI Roberto				R.U.	5		100																	
2	BETTELLI Stefano				Dott.	5	20													80					
3	FUMMO Franco				P.A.	5		100																	
4	LAZZIZZERA I.				P.A.	5	25	25												20			30		
5	SIDOTI Antonio				AsRic	5		20												80					
6	TECCHIOLLI Giampietro				P.C.	5	30	70																	
7	ZORAT Alessandro				P.O.	5		100																	
							Ricercatori	08	42																

Note:

**INSERIRE I NOMINATIVI IN ORDINE ALFABETICO**

**(N.B. NON VANNO INSERITI I LAUREANDI)**

- 1) PER I DIPENDENTI: Indicare il profilo INFN
- 2) PER GLI INCARICHI DI RICERCA: Indicare la Qualifica Universitaria (P.O, P.A, R.U) o Ente di appartenenza
- 3) PER GLI INCARICHI DI ASSOCIAZIONE: Indicare la Qualifica Universitaria o Ente di appartenenza per Dipendenti altri Enti; Bors.) Borsista; B.P-D) Post-Doc; B.Str.) Borsista straniero; Perf.) Perfezionando; Dott.) Dottorando; AsRic) Assegno di ricerca; S.Str.) Studioso straniero; DIS) Docente Istituto Superiore
- 4) INDICARE IL GRUPPO DI AFFERENZA

LA PERCENTUALE DI IMPEGNO NEGLI ESPERIMENTI SI RIFERISCE ALL'IMPEGNO TOTALE NELLA RICERCA, ANCHE AL DI FUORI DELL'INFN



<b>Struttura PADOVA</b>	<b>Gruppo</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>	<b>5</b>

**PREVISIONE DELLE SPESE DI DOTAZIONE E GENERALI DI GRUPPO**

Dettaglio della previsione delle spese del Gruppo che non afferiscono ai singoli Esperimenti e per l'ampliamento della Dotazione di base del Gruppo

**In ML**

VOCI DI SPESA		DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI	
							Parziali	Totale Compet.
Viaggi e Missioni	Interno						4	4
	Eestero						4	4
Materiale di Consumo		SOFTWARE METABOLISMO					2 2	4
Spese Seminari							1	1
Trasporti e facch.								
Pubblicazioni Scientifiche								
Spese Calcolo		Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro		
Affitti e Manutenzione Apparecchiature (1)								
Materiale Inventariabile								
<b>TOTALI</b>								<b>13</b>

(1) Indicare tutte le macchine in manutenzione

## PREVISIONE DELLE SPESE PER LE RICERCHE

RIEPILOGO DELLE SPESE PREVISTE PER LE RICERCHE DEL GRUPPO

In ML

SIGLA ESPERIMENTO	SPESA PROPOSTA										
	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Spese Semin.	Trasp. e Facchin.	Pubbl. Scient.	Spese Calc.	Aff. e Manut. App.	Mater. Invent.	Costruz. Appar.	TOT. Compet.
A) Esperimenti o Iniz. Specifiche Gr. IV in Corso	EXPLODET	7	3								10
	TOTEMRISC	4	7	65							76
<b>Totali A)</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>65</b>							<b>86</b>	
B) Esperimenti o Iniz. Spec. Gr. IV da Iniziare											
	<b>Totali B)</b>										
C) Dotazioni di Gruppo	4	4	4	1						13	
<b>Totali (A+B+C)</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>69</b>	<b>1</b>						<b>99</b>	

**ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	EXPLODET	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**Rappresentante Nazionale:** GIUSEPPE VIESTI

Struttura di appartenenza: PADOVA

Posizione nell'I.N.F.N.: INC. DI RICERCA

Ricercatore responsabile locale: IGNAZIO LAZZIZZERA

**INFORMAZIONI GENERALI**

<b>Linea di ricerca</b>	REAZIONI NUCLEARI INDOTTE DA NEUTRONI SU NUCLEI LEGGERI.
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	LNL, BARI, LENA DI PAVIA
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	EXPLOTN
<b>Acceleratore usato</b>	
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	
<b>Processo fisico studiato</b>	REAZIONI NUCLEARI INDOTTE DA NEUTRONI SU NUCLEI LEGGERI AL FINE DI IDENTIFICARE ESPLOSIVI. ANALISI DATI
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	SOFTWARE E HARDWARE PER CALCOLO
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	BARI, CATANIA, GENOVA, LNL, PADOVA, PAVIA E TRENTO
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	
<b>Durata esperimento</b>	3 ANNI

**Mod. EC. 1**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	EXPLODET	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO**

**2001**

**In ML**

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
						Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	RIUNIONI NAZIONALI DI LAVORO TURNI DI MISURE IN LAB ED IN CAMPO					7	7	
		Estero	CONGRESSI E CONTATTI CON SITO DI MINE IN CROAZIA					3	
Materiale Consumo									
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile									
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>10</b>		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
	EXPLODET	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE**  
**PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO**

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
1998	6	10							<b>16</b>
1999									
2000	5	2	5					10	<b>22</b>
2001	7	3							<b>10</b>
<b>TOTALI</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>5</b>					<b>10</b>	<b>48</b>

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Non sono state avanzate richieste.

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)





Codice	Esperimento	Gruppo
	EXPLODET	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)**

<b>LAUREANDI</b> Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
BACCA Sonia Relatore I. LAZZIZZERA	<input checked="" type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	ANALISI DATI PER L'ESPERIMENTO EXPLODET
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

Denominazione	mesi-uomo	<b>SERVIZI TECNICI</b> Annotazioni

**INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)**

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA
NEURICAM	COLLABORAZIONE SVILUPPO SOFTWARE

Codice	Esperimento	Gruppo
	EXPLODET	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
MORETTO Sandra Laurea in FISICA	USO DI RETI NEURALI NELL'ANALISI DATI DELL'ESPERIMENTO EXPLODET	Dottoranda
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
I. LAZZIZZERA	DATA ANALYSIS AND DECISION MAKING FOR THE EXPLODET EXPERIMENT	CRETA

Codice	Esperimento	Gruppo
	EXPLODET	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

**SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO**

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	.....	
Missioni Estere	.....	
Consumo	.....	
Trasporti e Facchinaggio	.....	
Spese Calcolo	.....	
Affitti e Manutenzioni	.....	
Materiale Inventariabile	.....	
Costruzione Apparati	.....	
Totale storni	.....	

**CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA**

Data	Titolo	Luogo

**SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO**

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

Codice	Esperimento	Gruppo
	TOTEMRISC	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**Rappresentante Nazionale:** IGNAZIO LAZZIZZERA

**Struttura di appartenenza:** TRENTO

Ricercatore responsabile locale: IGNAZIO LAZZIZZERA

**Posizione nell'I.N.F.N.:** INC. DI RICERCA

<b>INFORMAZIONI GENERALI</b>	
<b>Linea di ricerca</b>	DISPOSITIVI NEURALI VLSI INTEGRATI CON PROCESSORI RISC "ON CHIP"
<b>Laboratorio ove si raccolgono i dati</b>	
<b>Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio</b>	TOTEMRISC
<b>Acceleratore usato</b>	
<b>Fascio (sigla e caratteristiche)</b>	
<b>Processo fisico studiato</b>	TRIGGER IN HEP
<b>Apparato strumentale utilizzato</b>	
<b>Sezioni partecipanti all'esperimento</b>	GRUPPO COLL. DI TRENTO
<b>Istituzioni esterne all'Ente partecipanti</b>	NEURICAM Srl UNIVERSITA' DI VERONA UNIVERSITA' DI KENT (UK) EUROTECH Srl
<b>Durata esperimento</b>	2 ANNI

Codice	Esperimento	Gruppo
	TOTEMRISC	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO**
**2001**
**In ML**

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA					IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
						Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	COLLABORAZIONE CON CDF DI PADOVA UNIV. VERONA CONGRESSI NAZIONALI					4	4	
		Estero	CONTATTI CON FONDERIE CONGRESSI					3 4	
Materiale Consumo	FABBRICAZIONE SILICIO 0.35 µm					65	65		
Trasp.e facch.									
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro				
Affitti e manutenz. apparecchiati.									
Materiale Inventariabile									
Costruzione Apparati									
<b>Totale</b>							<b>76</b>		
Note:									

Codice	Esperimento	Gruppo
	TOTEMRISC	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE**  
**PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO**

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2000	4	6	135						<b>145</b>
2001	4	7	65						<b>76</b>
<b>TOTALI</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>200</b>						<b>221</b>

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Non sono state avanzate richieste.

**Mod. EC. 3**

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	TOTEMRISC	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**PREVENTIVO GLOBALE PER L'ANNO 2001****In ML**

Struttura	A CARICO DELL' I.N.F.N.									A carico di altri Enti
	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp. e Facch.	Spese Calc.	Affitti e Manut. Appar.	Mater. inventar.	Costruz. appar.	TOTALE Compet.	
TRENTO	4	7	65						<b>76</b>	*
<b>TOTALI</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>65</b>						<b>76</b>	

NB. La colonna **A carico di altri Enti** deve essere compilata **obbligatoriamente**

Note: \* 6 mesi.uomo: NEURICAM

Codice	Esperimento	Gruppo
	TOTEMRISC	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**A) ATTIVITA' SVOLTA NELL'ANNO 2000**

AL 15.6.2000:

- LAYOUT DEL PROCESSORE A 0.35  $\mu\text{m}$  COMPLETO AL 85%
- MEMORIA STATICA FABBRICATA IN AMS (TEST PREVISTI IN LUGLIO 2000)
- ACQUISIZIONE CELLA IP DEL PROCESSORE RISC IN CORSO

FORNITORI INVESTIGATI:

1. ARM, LA CUI DISPONIBILITA' IN AMS SARA' IN DATA IN ATTESA DI CONFERMA
2. ARC, IL CUI COSTO APPARE OLTRE LE DISPONIBILITA'
3. OPENCORES, UN "OPEN DOMAIN" DI CUI SI STA STUDIANDO LA COMPLETEZZA

**B) ATTIVITA' PREVISTA PER L'ANNO 2001**

SERVIZIO FABBRICAZIONE A 0.35  $\mu\text{m}$

**C) FINANZIAMENTI GLOBALI AVUTI NEGLI ANNI PRECEDENTI**

In ML

Anno Finanziario	Missioni interno	Missioni estero	Materiale di consumo	Trasp. e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e Manut. Apparec.	Materiale inventar.	Costruz. apparati	TOTALE
<b>TOTALE</b>									



Codice	Esperimento	Gruppo
	TOTEMRISC	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

## PREVISIONE DI SPESA

### Piano finanziario globale di spesa

**In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Materiale di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	4	7	65						<b>76</b>
<b>TOTALI</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>65</b>						<b>76</b>

Note:



Codice	Esperimento	Gruppo
	TOTEMRISC	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)**

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

Denominazione	mesi-uomo	<b>SERVIZI TECNICI</b> Annotazioni

**INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)**

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA
NEURICAM	TEMA STESSO DEL PRESENTE ESPERIMENTO

Codice	Esperimento	Gruppo
	TOTEMRISC	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

<b>REFEREES DEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Argomento
SALINA Gaetano	

<b>MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001</b>	
Data completamento	Descrizione
GIUGNO 2001	FABBRICAZIONE
OTTOBRE 2001	TEST FUNZIONALE
DICEMBRE 2001	VALIDAZIONE IN ESPERIMENTI

<b>COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE</b>
SI PARTE DA UN PRODOTTO (IL MICROCHIP NEURALE TOTEM) AI VERTICI MONDIALI IN TERMINI PRESTAZIONE/COSTO

<b>LEADERSHIPS NEL PROGETTO</b>	
Cognome e Nome	Funzioni svolte
I. LAZZIZZERA	RESPONSABILITA' ORGANIZZATIVA E DEL RAPPORTO CON NEURICAM: PARTECIPAZIONE ALLA DEFINIZIONE DELLE LINEE GENERALI ARCHITETTURALI
A. SARTORI	RESPONSABILE PER GLI ASPETTI TECNICI IMPLEMENTATIVI DEL "DESIGN" ELETTRONICO

Codice	Esperimento	Gruppo
	TOTEMRISC	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>LAUREATI</b>		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
<b>DOTTORI di RICERCA</b>		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
<b>PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI</b>		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo

Codice	Esperimento	Gruppo
	TOTEMRISC	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

**SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO**

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	.....	
Missioni Estere	.....	
Consumo	.....	
Trasporti e Facchinaggio	.....	
Spese Calcolo	.....	
Affitti e Manutenzioni	.....	
Materiale Inventariabile	.....	
Costruzione Apparati	.....	
Totale storni	.....	

**CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA**

Data	Titolo	Luogo

**SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO**

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

Codice	Esperimento	Gruppo
	TOTEMRISC	5

<b>Struttura PADOVA</b>
<b>Gr. coll. TRENTO</b>

**Consuntivo anno 1999/2000**

<b>MILESTONES RAGGIUNTE</b>	
<b>Data completamento</b>	<b>Descrizione</b>
16.06.2000	LAYOUT DEL PROCESSORE 0.35 $\mu\text{m}$
16.06.2000	MEMORIA STATICA FABBRICATA IN AMS
<b>Commento al conseguimento delle milestones</b>	

<b>SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA</b>
INTEGRAZIONE ON-CHIP DEL NEUROCHIP COPROCESSORE TOTEM CON CPU CONVENZIONALE A 0.35 $\mu\text{m}$

<b>Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline</b>
APPLICAZIONE IN STUDIO PER TRIGGER DI LIVELLO 2 A CDF; APPLICAZIONE IN ANALISI DATI E "DECISION MAKING" IN EXPLODET (GR.V) E EDEN (GR.III). APPLICAZIONI INDUSTRIALI PRESSO NEURICAM.

Codice	Esperimento	Gruppo
	TOTEMRISC	5

**Struttura PADOVA**

**Gr. coll. TRENTO**

**Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000**



# Progetto TotemRisc

Trento, 4 giugno 1999

## **Titolo:**

Realizzazione di un processore digitale ad elevate prestazioni per applicazioni di triggering, pattern-recognition e signal processing nella fisica sperimentale.

**Responsabile nazionale:** I. Lazzizzera

## **Partecipanti all'iniziativa:**

B. Crespi

I. Lazzizzera

A. Sartori

G. Tecchioli

A. Zorat

## **Altri collaboratori:**

P. Lee (Univ. of Kent at Canterbury, UK)

**Durata del progetto:** 2 anni

## **STATO DELL'ARTE**

Questo progetto è la prosecuzione delle attività svolte negli esperimenti RTS e TOTEM++, nel corso delle quali sono state sviluppate tecniche innovative e circuiti integrati specifici per affrontare problemi di *pattern recognition* attinenti in particolare alla fisica sperimentale, ma anche a più generali settori applicativi. I sistemi hardware-software messi a punto si sono dimostrati adatti a risolvere problemi di *triggering* dove siano richiesti una elevata velocità di elaborazione a bassi costi e facilità di integrazione nell'apparato. Tali sistemi comprendono una serie di algoritmi e due architetture hardware costituite dai processori della serie TOTEM e TOTEM++. I processori, realizzati in tecnologia VLSI, sono stati incorporati in vari apparati, collaudati e utilizzati nello studio di diversi problemi in fisica (per esempio l'analisi off-line della produzione del top nel canale completamente adronico a CDF, l'esperimento EXPLODET, PAMELA, analisi di eventi simulati per la produzione della particella di Higgs a LHC). Inoltre una ditta, la NEURICAM, nata come spin-off dell'attività che ha prodotto TOTEM, sta attualmente commercializzando il chip finalizzato a diverse soluzioni applicative ( si veda la pagina web <http://www.neuricam.com>).

## **OBIETTIVO DEL PROGETTO**

I chip neurali TOTEM sono concepiti e funzionano come co-processori di un sistema di calcolo ospitante. È ovvio che le prestazioni complessive (o "di sistema") dipendono dalla velocità dei canali di comunicazione, in particolare quello con la CPU.

Lo scopo del progetto è l'integrazione su silicio delle funzionalità attualmente comprese nei processori neurali paralleli TOTEM con le funzionalità di un processore di tipo von Neumann al fine di ottenere un notevole incremento delle prestazioni di sistema.

## DESCRIZIONE DEL PROCESSORE

Si è effettivamente dimostrato che le prestazioni di sistema dei processori paralleli TOTEM è strettamente legato alla velocità di comunicazione col resto del sistema ospitante, in particolare con la CPU e la memoria. La soluzione fin qui adottata è basata sull'interfacciamento a mezzo di bus standard quali ISA, VME, PCI o CompactPCI. In tale soluzione si è usato un appropriato bilanciamento fra i *throughput* del processore neurale e del bus. Un sostanziale incremento prestazionale di un fattore di due/tre è possibile con il ricorso alle moderne tecnologie di fabbricazione del silicio (lunghezza di canale minima 0.35 um) congiuntamente ad un'architettura capace di integrare sullo stesso chip sia la CPU che il processore parallelo.

Il circuito complessivo avrà le caratteristiche di un **system-on-a-chip** (SOC). In particolare esso costituirà un (sotto-)sistema di cattura ed elaborazione dati in **modalità Intelligent Input/Output (I2O)**, dotato di caratteristiche di intelligenza distribuita. Questo permetterà di liberare la CPU e il bus centrale dalla gestione delle periferiche.

I **vantaggi dell'architettura proposta** sono: un livello prestazionale più spinto, un minor consumo di corrente, ingombri più ridotti e costi globali drasticamente più bassi.

La natura complessa del dispositivo che si desidera realizzare richiede l'integrazione dei componenti, del tutto originali, sviluppati all'interno del nostro gruppo di ricerca con altri già sviluppati e disponibili sul mercato e troppo complessi per essere sviluppati autonomamente all'interno del nostro stesso gruppo. Ciò si inquadra nella modalità operativa di acquisizione di celle di "Intellectual Property" o IP. In particolare, un processore di tipo RISC a 32 bit con una potenza di circa 100 MIPS (corrispondenti a un'operazione media per ciclo ad una frequenza operativa di 100 MHz) verrà reperito da terze parti ed integrato con tecniche di progettazione ad alto livello, quali il VHDL.

Particolare enfasi verrà posta sull'aspetto di testabilità del circuito, al fine di permettere il collaudo anche su macchine di test di fascia media, con conseguente riduzione degli oneri complessivi di test. In particolare, verranno studiate ed utilizzate tecniche di Built-in self test (BIST) mirate all'autocollauda dei vari sottocomponenti del chip.

Per favorire la fase di validazione ed utilizzazione del circuito, durante lo svolgimento del progetto verranno mantenute ed intensificate le attuali collaborazioni con i gruppi sperimentali intenzionati ad utilizzare direttamente i risultati del progetto (CDF (INFN, Gruppo I), EXPLODET (INFN, Gruppo V), EDEN (INFN, Gruppo III)). In particolare è in studio l'uso del chip in progetti di trigger di terzo e secondo livello per CDF RUN II (si veda la pagina web <http://meitner.science.unitn.it>; diventerà <http://www.tn.infn.it/CDF-TN>).

Al termine della fase di ricerca e sviluppo, verrà avviata una serie di attività di trasferimento tecnologico mirate alla commercializzazione del circuito nel mercato della fisica sperimentale, delle strumentazione e del controllo industriale. Il componente potrebbe essere utilizzato, oltre che in sistemi ad alta complessità, anche

in sistemi di tipo embedded a costo ridotto, al fine di favorirne la diffusione e massimizzare l'effetto di ricaduta della ricerca.

Tale attività produttiva potrà portare a dei ritorni economici sufficienti a coprire i costi di ricerca e sviluppo del presente circuito e a finanziare almeno parzialmente l'avviamento di ulteriori progetti.

## **PIANO DI LAVORO**

L'attività di ricerca e di sviluppo si articolerà lungo le seguenti linee sull'arco di un biennio:

Anno 1:

- definizione dell'architettura e delle specifiche tecniche del circuito integrato
- progettazione circuitale e del layout della cella processore parallelo
- prototipazione della cella processore parallelo presso un fornitore di silicio
- integrazione della cella processore RISC e simulazione del comportamento del chip totale
- controlli e preparazione del database finale di progetto
- allestimento di una scheda stampata per il test del circuito complessivo

Anno 2:

- fabbricazione VLSI di campioni del circuito presso un fornitore di silicio
- esecuzione del test funzionale del circuito
- validazione del circuito in esperimenti

## **RISORSE RICHIESTE PER IL PRIMO ANNO**

Servizio fabbricazione silicio a 0.35  $\mu$ m: 50 ML

Acquisizione cella RISC IP: 80 ML

Mesi/uomo presso officina elettronica di PD:4

## **RISORSE RICHIESTE PER IL SECONDO ANNO**

Servizio fabbricazione silicio a 0.35  $\mu$ m: 65 ML

Mesi/uomo presso officina elettronica di PD:4

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1) I. Lazzizzera et al.  
*Performance of the TOTEM neurochip in Higgs search*  
Proc. Fifth International Workshop on Software Engineering and Artificial Intelligence for High Energy and Nuclear Physics [AIHENP96], Lausanne (CH), Sept. 1996.  
Nucl. Instr. & Meth. in Phys. Res. A 389 (1997) 201-203
- 2) I. Lazzizzera  
*"Reti neurali artificiali: dal paradigma biologico all'implementazione hardware"*  
Realzione su invito al Congresso SIF 1998  
Salerno, 28 sett. - 2 ott. 1998
- 3) Collaborazione Explodet: Progress Report 1998)

- 4) I. Lazzizzera, P. Lee, A. Sartori, G. Tecchiolli, A. Zorat:  
*Advances in the Design of the Totem Neurochip*  
Proc. Fifth International Workshop on Software Engineering and Artificial Intelligence for High Energy and Nuclear Physics [AIHENP96], Lausanne (CH), Sept. 1996.  
Nucl. Instr. & Meth. A 389 (1997) 134-137
- 5) I. Lazzizzera, P. Lee, A. Sartori, G. Tecchiolli, A. Zorat:  
*Fast and Compact Controllers with Digital Neural Networks*  
Proc. IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, Ottawa, Canada, May 19-21, 1997.
- 6) Maggipinto et al  
*Role of the neural networks in the Higgs search*  
Phys.Lett.B 409 (1997) 517-522
- 7) R. Battiti, G. Tecchiolli  
"Training Neural Nets with the Reactive Tabu Search"  
IEEE Trans. on Neural Networks, 6(5), 1185-1200, September 1999
- 9) P. Lee, A. Sartori, G. Tecchiolli, A. Zorat  
"A Parallel Processor for Neural Networks\fp"  
1995 Symp. on VLSI Circuits, Kyoto, June 1995
- 10) G. Anzellotti, R. Battiti, I. Lazzizzera, P. Lee, A. Sartori, G. Soncini, G. Tecchiolli, A. Zorat  
"TOTEM: a highly parallel chip for triggering applications with inductive learning based on the Reactive Tabu Search",  
Int. Journ. of Modern Physics C, 6(4) 555-560, (1995)
- 11) R. Bellotti, M. Castellano, C. De Marzo, I. Lazzizzera, G. Tecchiolli, A. Sartori  
"A feasibility study to implement TOTEM neurochip in PAMELA satellite experiment for event filtering", AIHEP96, Losanna, September 96.
- 12) C. S. Lindsey, T. Lindblad  
"Experience with the Reactive Tabu Search as Implemented in the Totem Chip",  
AIHEP96, Lausanne, September 96.

#### **Eventuali tesi di dottorato:**

Terminata una tesi di dottorato di analisi off-line dei dati di produzione del quark top a CDF: A. Sidoti, Univ. Trento.