



Publication Year	2012
Acceptance in OA	2023-01-26T10:43:39Z
Title	JUNO Jiram sistema di riferimento angolare
Authors	CICCHETTI, ANDREA, NOSCHESI, RAFFAELLA, LASTRI, MARCO
Handle	http://hdl.handle.net/20.500.12386/33073

		Date 16/11/2012 Issue 2 Revision 0 Page 1 of 17
	JUNO/JIRAM	

JUNO

JIRAM Sistema di Riferimento Angolare


OLD CATALOGUE:

JIR-IAPS-UR-005-2012/ INAF/IAPS-2014-07/ ISSUE 2 / REVISION 0

PREPARED by : A. Cicchetti, R. Noschese, M. Lastri

CHECKED by : Claudio Pasqui

APPROVED by : A. Adriani, A. Mura

		Date 16/11/2012 Issue 2 Revision 0 Page 2 of 17
	JUNO/JIRAM	

Sommario

1	DEFINIZIONI.....	3
1.1	LISTA DEI PRINCIPALI PARAMETRI	3
1.2	ROTAZIONI E ANGOLI SU SATELLITE.....	4
	ANGOLI SCANSIONE JIRAM	5
	REQUISITI ATTUALI DA: SRD REV.7	6
1.3	SR-6040 SCI TEMPO DI INIZIO FRAME (CON SCDYN)	6
1.4	SCI TEMPO DI INIZIO FRAME (SENZA SCDYN).....	7
2	DEFINIZIONE ANGOLI E VERIFICA / CORREZIONE FORMULE SCRITTE SU SRD REV.7.....	8
2.1	VERIFICA E CORREZIONE FORMULA	8
2.2	COPIA DEL CODICE IMPLEMENTATO A BORDO.....	13
3	APPLICAZIONI	16

	JUNO/JIRAM	Date 16/11/2012 Issue 2 Revision 0 Page 3 of 17

1 DEFINIZIONI

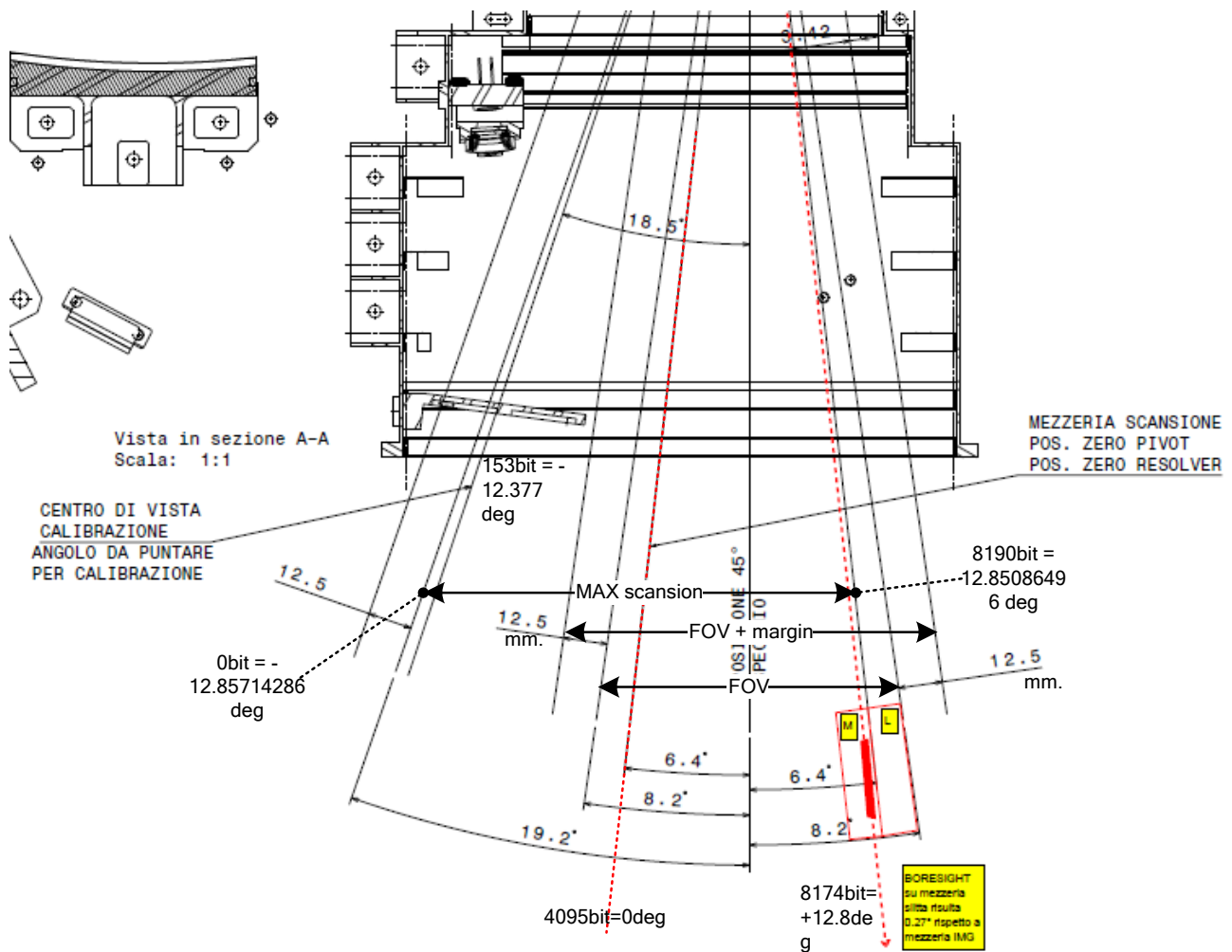
1.1 LISTA DEI PRINCIPALI PARAMETRI


10	SP_NADIR_DELTA	0.0031389 51deg	0-3186 (0-10 deg)	956 (3 deg)	Nadir delta offset to be incremented each acquisition. This s a >=0 value
15	SP_NADIR_OFFSET_1	0.0031389 51 deg	-/+57343 (-/+180 deg)	-57343 (- 180 deg)	Offset to Nadir 1
20	SP_NADIR_OFFSET_2	0.0031389 51deg	-/+57343 (-/+180 deg)	0 (0 deg)	Offset to Nadir 2
24	NADIR_OFFSET_MEC	0.0031389 51deg	-/+57343 (-/+180 deg)	+52287 (+164.12 5 deg)	Offset between the spacecraft Nadir and the JIRAM boresight. Nota bene: questo SP racchiude DUE termini che sono: Offset meccanico tra Nadir (asse X) di S/C (=158) e JIRAM più il Boresight dello strumento (=6.125)
48	SP_POINT_POS_LAMP1	0.0031389 51deg (optical)	0-8190	153 (-12.377 opt. deg)	Point position for the Lamp1 0=-12.85714286 deg 8190=12.85086496 deg
49	SP_POINT_POS_LAMP2	0.0031389 51deg (optical)	0-8190	153 (-12.377 opt. deg)	Point position for the Lamp2 0=-12.85714286 deg 8190=12.85086496 deg
88	SP_MOTOR_ARM_ANGLE	0.0031389 51 deg (optical)	0-8190	5	Angle necessary to arm the motor
91	SP_MOTOR_DEFAULT_DIR	NA	0-1	1	Motor default direction 0=clockwise (from 0 to 8190), 1=counterclockwise (from 8190 to 0)
92	SP_MOTOR_BOSIGHT_POS	0.0031389 51 deg (optical)	0-8190	8174 (+12.8 opt. deg)	Boresight position 0=-12.85714286 deg 8190=12.85086496 deg
93	SP_MOTOR_DARK_POS	0.0031389 51 deg (optical)	0-8190	6135 (+6.4 opt.deg)	Dark Position 0=-12.85714286 deg 8190=12.85086496 deg
94	SP_MOTOR_BKG_POS	0.0031389 51 deg (optical)	0-8190	153 (-12.377 opt.deg)	Background position 0=-12.85714286 deg 8190=12.85086496 deg
95	SP_MOTOR_ZERO_POS	0.0031389 51 deg (optical)	0-8190	4096 (0 opt.deg)	Motor zero position 0=-12.85714286 deg 8190=12.85086496 deg



ANGOLI SCANSIONE JIRAM

Sotto una schematizzazione ingrandita della scansione di JIRAM guardando sempre lo Spacecraft da sopra (ingrandimento della zona rosa figura precedente)



		Date 16/11/2012 Issue 2 Revision 0 Page 6 of 17
	JUNO/JIRAM	

REQUISITI ATTUALI DA: SRD REV.7

Nota: quanto scritto su documento ha due errori e deve essere aggiornato. Vedi sotto confronto e verifica rispetto al codice ultima versione implementata 2.3

1.3 SR-6040 SCI TEMPO DI INIZIO FRAME (CON SCDYN)

NOTA: queste formule valgono solo in caso di Spacecraft Dynamics

a) The Frame 1 and Frame 2 Start Time shall be based on:

- the last valid SC Dynamics command received as in SR-1070,
- the last Time Update command.

b) In case of no valid SC Dynamics data (req. SR-1070) or no Time Update reception an error condition shall be generated (using a devoted SP to mask it), provided in JIRAM_TM_STATUS and a the default science shall be performed with an internal 30 sec Acquisition Cycle period.


Sopra Protezione in caso mancanza di Spacecraft Dynamics

c) The Frame 1 Time (Tx1, OFF-NADIR acquisition) shall be calculated using the following formula (if the JIRAM_TC_STANDBY is commanded with IR_ON_OFF=AUTO):

```

If (NADIR_OFFSET_1 < 0)
{
  If (JIRAMNadirSpinPhase > abs(NADIR_OFFSET_1))
    Tx1 = (JIRAMNadirSpinPhase + NADIR_OFFSET_1 +
           SP_NADIR_OFFSET_MEC + NADIR_DELTA) / SpinRate + Tsc -
           SP_MOT_ARM_TIME - SP_IR_STAB_TIME
  Else
    Tx1 = (JIRAMNadirSpinPhase + 360000 + NADIR_OFFSET_1 +
           SP_NADIR_OFFSET_MEC + NADIR_DELTA) / SpinRate + Tsc -
           SP_MOT_ARM_TIME - SP_IR_STAB_TIME
}
Else
{
  If (JIRAMNadirSpinPhase > (360 - NADIR_OFFSET_1))
    Tx1 = (JIRAMNadirSpinPhase - 360000 + NADIR_OFFSET_1 +
           SP_NADIR_OFFSET_MEC + NADIR_DELTA) / SpinRate + Tsc -
           SP_MOT_ARM_TIME - SP_IR_STAB_TIME
  Else
    Tx1 = (JIRAMNadirSpinPhase + NADIR_OFFSET_1 +
           SP_NADIR_OFFSET_MEC + NADIR_DELTA) / SpinRate + Tsc -
           SP_MOT_ARM_TIME - SP_IR_STAB_TIME
}

```

		Date 16/11/2012 Issue 2 Revision 0 Page 7 of 17
	JUNO/JIRAM	

1.4 SCI TEMPO DI INIZIO FRAME (SENZA SCDYN)

All'accensione e dopo ogni reset Spinphase del satellite = 0, alla ricezione del TC di scienza si aspetta 1secondo (delay necessario per armamento motore) e si parte con il ciclo di 30 secondi.


Quindi per esempio se fra NADIR_OFFSET_1 e NADIR_OFFSET_2 ci sono 180gradi si ha

T0 -> ricezione TC scienza

T0+1sec-> ACQ1, JIRAM è come se fosse a NADIR_OFFSET_1

T0+1sec+(ACQ_duration/2) -> ACQ2

T0+1sec+(ACQ_duration) -> ACQ1

		Date 16/11/2012 Issue 2 Revision 0 Page 8 of 17
	JUNO/JIRAM	

2 DEFINIZIONE ANGOLI E VERIFICA / CORREZIONE FORMULE SCRITTE SU SRD REV.7

2.1 VERIFICA E CORREZIONE FORMULA

Prima di tutto occorre considerare che il Nadir Spin Phase che ci arriva con lo SCDYN message non è riferito a JIRAM, ma all'asse X del satellite.

In pratica dice che angolo manca affinché l'asse X del satellite passi di nuovo sul Nadir (e' un requisito di livello 2 JPL), e va da 360 gradi diminuendo fino a zero.

A noi interessa sapere quanto manca affinché JIRAM (il suo centro del campo di vista) passi di nuovo sul Nadir.

Questo è il significato della formula da calcolare a priori prima di applicare la formula del SR-6040:

$$JIRAMNadiSpinPhase = (360000 - \text{abs}(\text{NadirSpinPhase} - SP_NADIR_OFFSET_MEC)) \% 360000$$

(nel codice questa operazione viene fatta in più passi).

In pratica (seguendo il senso di rotazione antiorario) si vede che JIRAM rispetto allo S/C passa sul Nadir con un "anticipo" di SP_NADIR_OFFSET_MEC, quindi se all'asse +X dello S/C mancano K gradi al Nadir, a JIRAM mancano K-SP_NADIR_OFFSET_MEC.

Nota:

- 1) tale SP ha dentro due contributi, vedi nota a inizio documento.
- 2) Tale SP è stato misurato e prima del lancio a seguito di installazione su satellite, ma deve essere riverificato e calibrato in volo durante pointing.

Ora, questo valore va "normalizzato tra 360 e 0, e la sottrazione da 360 gradi e il modulo (%360) servono per fare questo.

A questo punto veniamo alla formula di calcolo del tempo di start dell'acquisizione (Tx1) dell' SR-6040, che quindi si basa sul nuovo parametro JIRAMNadirSpinPhase.

Effettivamente su SRD la formula di SR-6040 non è aggiornata (è rimasto scritto un termine in più, riferito all' offset meccanico, che va tolto poiché già considerato dalla formula precedente). Nel codice chiaramente la formula è corretta (lo riporto in fondo alle mie note).

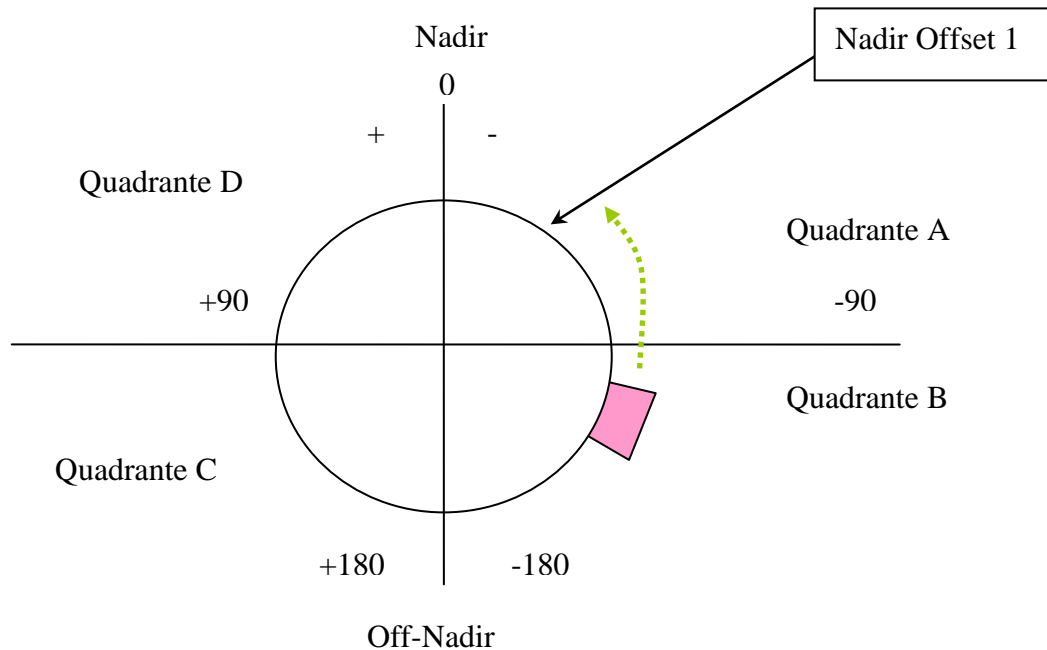


If ($NADIR_OFFSET_1 < 0$) Qui siamo nel caso in cui Nadir Offset 1 è nei quadranti A o B

{

If ($JIRAMNadirSpinPhase > abs(NADIR_OFFSET_1)$)

Qui siamo nel caso in cui il JIRAM Boresight deve ancora raggiungere durante la rotazione il punto definito come Nadir Offset 1. Graficamente si ha:




$$Tx1 = (JIRAMNadirSpinPhase + NADIR_OFFSET_1 + \cancel{SP_NADIR_OFFSET_MEC} + NADIR_DELTA) / SpinRate + Tsc - SP_MOT_ARM_TIME - SP_IR_STAB_TIME$$

Else (in questo caso invece occorre aspettare un giro poiché lo JIRAM Boresight ha già superato il Nadir Offset 1)

$$Tx1 = (JIRAMNadirSpinPhase + 36000 + NADIR_OFFSET_1 + \cancel{SP_NADIR_OFFSET_MEC} + NADIR_DELTA) / SpinRate + Tsc - SP_MOT_ARM_TIME - SP_IR_STAB_TIME$$

}

		Date 16/11/2012 Issue 2 Revision 0 Page 10 of 17
	JUNO/JIRAM	

Else Qui siamo nel caso in cui Nadir Offset 1 è nei quadranti C o D, la situazione è duale con il disegno visto prima.

```

{
    If (JIRAMNadirSpinPhase > (360 - NADIR_OFFSET_1)) (in questo caso occorre aspettare
un giro poiché lo JIRAM Boresight ha già superato il Nadir Offset 1)
        Tx1 = (JIRAMNadirSpinPhase - 360000 + NADIR_OFFSET_1 +
SP_NADIR_OFFSET_MEC + NADIR_DELTA) / SpinRate + Tsc -
SP_MOT_ARM_TIME - SP_IR_STAB_TIME
    Else
        Tx1 = (JIRAMNadirSpinPhase + NADIR_OFFSET_1 +
SP_NADIR_OFFSET_MEC + NADIR_DELTA) / SpinRate + Tsc -
SP_MOT_ARM_TIME - SP_IR_STAB_TIME
}


```

If the JIRAM_TC_STANDBY is commanded with IR_ON_OFF=ON (see CR-1080) the subtraction of SP_IR_STAB_TIME shall not be done.

Where:

- SpinRate (provided by SC Dynamics)
- JiramNadirSpinPhase is based on NadirSpinPhase provided by SC Dynamics, using the following formula:

$$(360000 - \text{abs}(\text{NadirSpinPhase} - \text{SP_NADIR_OFFSET_MEC})) \% 360000$$
Vedi sopra per la spiegazione della formula
- Tsc (datation of the above elements, provided by SC Dynamics)
- Tx1 is the time elapsed from Tsc to be calculated
- SP_NADIR_OFFSET_MEC (value which keeps into account the JIRAM OH mounting on the SC)
- NADIR_OFFSET_1 (provided by JIRAM_TC_SCI_PAR or SP)
- NADIR_DELTA (provided by JIRAM_TC_SCI_PAR or SP, positive value), to be incremented every Acquisition Cycle:
$$\begin{aligned}
1^{\text{st}} \text{ acq.} &= 0 * \text{NADIR_DELTA} \\
2^{\text{nd}} \text{ acq.} &= 1 * \text{NADIR_DELTA} \\
3^{\text{rd}} \text{ acq.} &= 2 * \text{NADIR_DELTA} \\
&[\dots]
\end{aligned}$$

		Date 16/11/2012 Issue 2 Revision 0 Page 11 of 17
	JUNO/JIRAM	

Chiaramente nel codice questo incremento viene gestito correttamente.

- SP_MOT_ARM_TIME (time to allow the motor arming)
- SP_IR_STAB_TIME (time to allow the IR stabilization, the same for both detectors)
- The angles are in deg/1000, the times are in msec.

d) Once the Tx1 is calculated, the following check/correction shall be done (to correct a Tx1 “in the past” or “too much in the future”) :

If (Tx1 <= Tc + Td)

*Tx1 = Tx1 + AcqCycleDuration * Round.Up(Tc + Td - Tx1) / AcqCycleDuration*

Else if (Tx1 > (Tc + Td + AcqCycleDuration))

*Tx1 = Tx1 - AcqCycleDuration * Round.Up(Tc + Td - Tx1) / AcqCycleDuration*

Where:

- Tc is the current time of JIRAM (refreshed by Time Update message)
- Td is a fix delay to allow the IR commanding
- AcqCycleDuration is the duration the acquisition cycle (based on the S/C rotation speed, or set by JIRAM_TC_SCI_PAR/SP)

Il significato di questa formula scritta in pseudocodice è abbastanza complesso. Il problema di fondo è che NON è garantito che ad ogni ciclo (ogni due sec.) venga aggiornato il Time Update e SCDYN. Inoltre essi posso portare dentro una data “sballata” (p.es. avanti nel tempo). Quindi in qualche modo il SW deve “attualizzare” il tempo di start del frame riferendosi al tempo effettivamente presente a bordo nel momento di arrivo del TC di acquisizione.


Quindi:

If (Tx1 <= Tc + Td) In Questo caso Tx1 è avvenuto “nel passato” e quindi si attualizza (cioè si porta in avanti di un certo numero di cicli di acquisizione). Questo può succedere se gli ultimi SCDYN sono arrivati molto tempo prima del TC di acquisizione!

*Tx1 = Tx1 + AcqCycleDuration * Round.Up(Tc + Td - Tx1) / AcqCycleDuration*

Else if (Tx1 > (Tc + Td + AcqCycleDuration)) In questo caso invece Tx1 dovrebbe avvenire “nel futuro” e quindi si porta indietro nel tempo (cioè si porta indietro di un certo numero di cicli di acquisizione). Questo può succedere se gli ultimi SCDYN hanno riportato una datation sballata (in avanti rispetto al TU)!

*Tx1 = Tx1 - AcqCycleDuration * Round.Up(Tc + Td - Tx1) / AcqCycleDuration*

		Date 16/11/2012 Issue 2 Revision 0 Page 12 of 17
	JUNO/JIRAM	

e) The AcqTimer shall be armed with a value of $(T_{sc} + T_{x1}) - T_c$ and started.

f) The Frame 2 Time (T_{x2} , NADIR acquisition) shall be evaluated as Frame 1 using NADIR_OFFSET_2 and the T_{x1} time using the following the formula:

If $(NADIR_OFFSET_1 < NADIR_OFFSET_2)$

$$T_{x2} = T_{x1} + \text{abs}(NADIR_OFFSET_1 - NADIR_OFFSET_2) / \text{SpinRate}$$


Else In questo caso occorre aggiungere su SRD una parentesi che manca (sul SW ovviamente c'è).

$$T_{x2} = T_{x1} + [360000 - \text{abs}(NADIR_OFFSET_1 - NADIR_OFFSET_2)] / \text{SpinRate}$$

Questa formula serve per tenere conto del fatto che Nadir_Offset1 e Nadir_Offset2 possono avere segni diversi e possono essere l'uno "in anticipo" rispetto all'altro indipendentemente.

Notes: in Science Acquisition case NADIR_OFFSET_1, NADIR_OFFSET_2 are selected to acquire: the first image on the "dark side"(OFF-NADIR) of the SC rotation (background or readout noise), the second one on the "target side"(NADIR) (Jupiter). The default configuration could be NADIR_OFFSET_1 = -180000deg/1000 and NADIR_OFFSET_2 = 0 deg/1000.

NADIR_DELTA can be added to perform a scansion of the target moving from Nadir.

		Date 16/11/2012 Issue 2 Revision 0 Page 13 of 17
	JUNO/JIRAM	

2.2 COPIA DEL CODICE IMPLEMENTATO A BORDO

SR-6040 ---- CODICE V88 (Settembre 2010) della formula principale:

```

/* Checks if NADIR_OFFSET_1 is less than 0. */
if ( l_dNadirOffset1 < 0 )
{
    /* Checks if the Nadir Spin Phase is greater than NADIR_OFFSET_1. */
    if ( ( l_dJiramNadirSpinPhase + l_dNadirOffset1 ) > 0 )
    {
        /* Evaluates the related Frame Acquisition Time (in millisec). */
        l_ullFrameAcqTime = (ULONGLONG) (
            (ULONGLONG) ( ((l_dJiramNadirSpinPhase +
                l_dNadirOffset1 +
                ( l_dNadirDelta * (double)l_usNadirDeltaMultiplier ) ) * 1000) /
                (double)m_ulSpinRate ) +
            l_ullTsc -
            (ULONGLONG)l_ulMotorArmTime );
    }
    else
    {
        /* Evaluates the related Frame Acquisition Time (in millisec). */
        l_ullFrameAcqTime = (ULONGLONG) (
            (ULONGLONG) ( ((l_dJiramNadirSpinPhase +
                2 * (double)PI * RAD_TO_MICRORAD +
                l_dNadirOffset1 +
                ( l_dNadirDelta * (double)l_usNadirDeltaMultiplier ) ) * 1000) /
                (double)m_ulSpinRate ) +
            l_ullTsc -
            (ULONGLONG)l_ulMotorArmTime );
    }
}

```



JUNO/JIRAM

Date 16/11/2012
Issue 2
Revision 0
Page 14 of 17

```
    }  
}  
else  
{  
    /* NADIR_OFFSET_1 is greater or equal to 0. */  
    /* Checks if the Nadir Spin Phase is greater than NADIR_OFFSET_1. */  
    if ( l_dJiramNadirSpinPhase > ( 2 * PI * RAD_TO_MICRORAD - l_dNadirOffset1 ) )  
    {  
        /* Evaluates the related Frame Acquisition Time (in millisec). */  
        l_ullFrameAcqTime = (ULONGLONG)(  
            (double)( ((l_dJiramNadirSpinPhase -  
                2 * PI * RAD_TO_MICRORAD +  
                l_dNadirOffset1 +  
                ( l_dNadirDelta * l_usNadirDeltaMultiplier )) * 1000) /  
                (double)m_ulSpinRate ) +  
            l_ullTsc -  
            (ULONGLONG)l_ulMotorArmTime );  
    }  
else  
{  
    /* Evaluates the related Frame Acquisition Time (in millisec). */  
    l_ullFrameAcqTime = (ULONGLONG)(  
        (double)( ((l_dJiramNadirSpinPhase +  
            l_dNadirOffset1 +  
            ( l_dNadirDelta * l_usNadirDeltaMultiplier )) * 1000) /  
            (double)m_ulSpinRate ) +  
        l_ullTsc -  
        (ULONGLONG)l_ulMotorArmTime );  
    }  
}
```



Date 16/11/2012
Issue 2
Revision 0
Page 15 of 17

JUNO/JIRAM

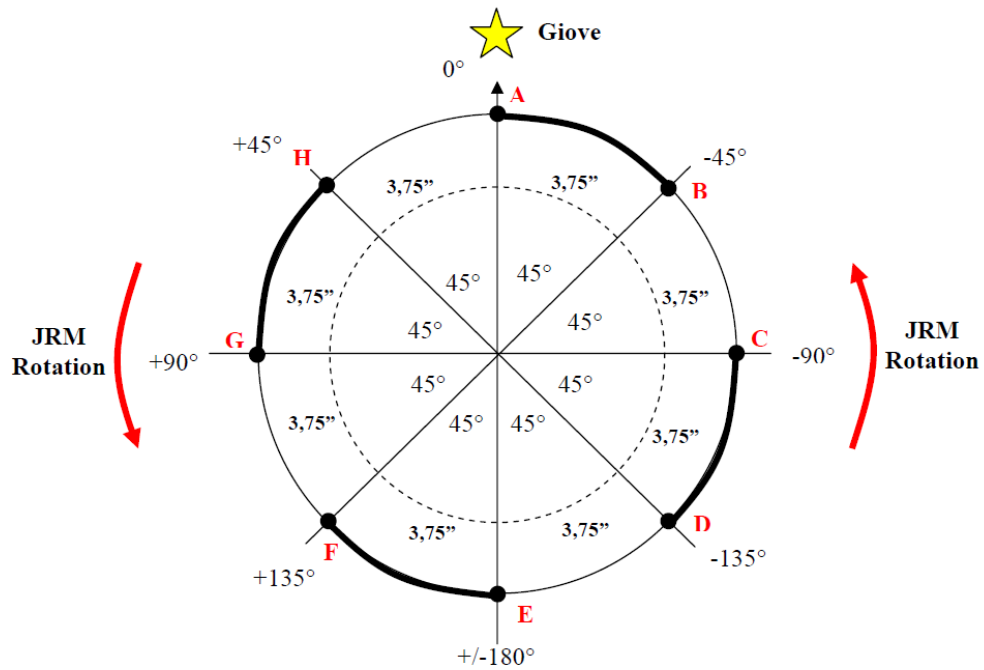
```
/* Checks if X_IR_ON_OFF in the TC_STANDBY telemetry was set to Auto. */  
if (l_ucIrOnOff == 2)  
{  
    /* Evaluates the related Frame Acquisition Time (in millisec). */  
    l_ullFrameAcqTime =  
        (ULONGLONG)(l_ullFrameAcqTime - (ULONGLONG)l_ulIrStabTime);  
}
```




JUNO/JIRAM

3 APPLICAZIONI

Sistema Riferimento Jiram



Sistema di riferimento Corretto

	JUNO/JIRAM	Date 16/11/2012 Issue 2 Revision 0 Page 17 of 17

Esempio1:

NADIR_OFFSET_1 = -135° (Background)
 NADIR_OFFSET_2 = 45° (Target)
 SP_NADIR_DELTA = 0°
 ACQ_DURATION = 30

Il telecomando di scienza viene inviato alle 08:00:00 UTC ed in quel momento JIRAM si trova nel punto A.

All'accensione e dopo ogni reset Spinphase del satellite = 0, alla ricezione del TC di scienza si aspetta 1 secondo (delay necessario per armamento motore) ed inizia il ciclo di 30 secondi.

Quindi :

8:00 -> TC scienza
 8:01-> parte il ciclo e ACQ1, JIRAM è come se fosse a NADIR_OFFSET_1
 8:16-> ACQ2
 8:31->ACQ1

...
...

Esempio2:

NADIR_OFFSET_1 = 90°
 NADIR_OFFSET_2 = -90°
 SP_NADIR_DELTA = 0°
 ACQ_DURATION = 30

Il telecomando di scienza viene inviato alle 08:00:00 UTC ed in quel momento JIRAM si trova nel punto A.

All'accensione e dopo ogni reset Spinphase del satellite = 0, alla ricezione del TC di scienza si aspetta 1 secondo (delay necessario per armamento motore)) ed inizia il ciclo di 30 secondi.

Quindi :

8:00 -> TC scienza
 8:01-> parte il ciclo e ACQ1, JIRAM è come se fosse a NADIR_OFFSET_1
 8:16-> ACQ2
 8:31->ACQ1

...

SG) in conclusione se ACQ_DURATION = 30 allora la prima acquisizione di target avviene sempre a un tempo fisso dipendente da dove si trova NADIR_OFFSET_2.

i valori +/- 180° di NADIR_OFFSET_1/2 sono la stessa cosa