

# From MCU to FPGA

Last update: 07.03.2018

---



Ibrahim KAMAL  
IKALOGIC S.A.S.  
19 Rue Columbia  
87000 Limoges  
FRANCE

# WARNING

Á

V@Á!^^Á&] ^ Á Á@Áá[ & { ^} óÁ Á } | Á | Á [ ~ | Á ^ ! • [ ] æ Á • æ ^ Á æ á Á @ ~ | á Á [ óÁ ^ Á & ] á á Á | Á  
| ^ ] ! | á ~ & ^ á Á ^ Á æ ^ Á ^ æ ÉÁ

Á

QÁ [ ~ Á á @ Á Á @ ^ Á @ Á Á } á • Á ! Á & | | ^ æ ~ ^ • ÉÁ | ^ æ ^ Á } | ^ Á @ ^ Á @ Á } \ KÁ

Á

[@j KÁ æj \\* æÉj { D à E } & Gj \\* æ c FÁ](#)

Á

Á

8]gWUJa Yf. ' -Z nci ' [ ch h ]g' XcW a Ybh Vmi Ubrni a YUbg' ch Yf' h Ub' Xck b`cUX]b[ ' ]h Zca '  
= \_Uc[ ]Wk YVg]h' Vmnci fgYZZ \_bck ' h Uh]hk Ug' j`Y[ U`m[ ]j Yb`hc`nci "' b`h UhWUgYz\_]bX`mi  
`Yh i g' \_bck ' Uh fVcbHUM# ] \_Uc[ ]WVta k gc' h Uh k Y' WUb' dfYj Ybh Z fh Yf' j`Y[ U' Vcdn]b[ "  
H Ub \_nci ' j Yfma i W `Zf`nci f`VcdYfU]cb"

.

QÁ [ ~ Á @ \ Á @ Á [ & { ^} óÁ Á @ ] ~ | Á æ á Á [ ~ Á á @ Á Á ~ ] ] ! | óÁ @ Á æ @ | ÉÁ | ^ æ ^ Á @ ^ Á @ Á } \ KÁ  
[@j KÁ æj \\* æÉj { D à E } & Gj \\* æ c FÉÁ](#)

# Table of contents

<b>bfcc</b>	(Á
Y @eÁ[ Ác] ^&cÁ[ { Á@ Á[ & { ^} c	lÁ
Y @eÁ[ oÁ[ Ác] ^&c	lÁ
Y @ Á@ ÁccÁ/Á Ácá!^••á *	lÁ
Ü^ää^Ñ	lÁ
Ö[ & { ^} oÁ !* æ ä ää }	lÁ
<b>H YV][ 'd]Wi fY</b>	)Á
<b>: D; 5 UfYj YfgUj`Y</b>	*Á
<b>5 bUra mcZUg]a d`Y: D; 5 `XYg][ b</b>	+Á
T [ á~  ^•	ïÁ
Úää æ ^•	ìÁ
W^!Á[ ] •dää c Áq^	ìÁ
V^•oÁ^} &@•	ìÁ
<b>K \ Uh]g`FH@UbX\ ck `]hk cf_g</b>	-Á
P[ c^ Áää[ ~ oÁ[ &•	F€Á
<b>GYH]b[ 'i d'l ]]bl `lcc`g</b>	%&Á
<b>7 fYUj]b[ `UbYk `dfc`YWh</b>	%Á
<b>7 cbWi g]cb</b>	& Á
Á	
Á	Á





# FPGA's are versatile

0E ÁÄ ] [ | cæ öãã-!^ } &^Á [ ~ Á ^^áÁÄ Á :æ ] ÉÄ Á @æÁÚÖÖ Áæ^Á ~ &@Ä [ | ^Áç! • æÄ Á @æ Á ÖW Á  
[ | ÁT ÚW ÉÄ | ÁÄ • cæ & ÉÄ ÁT ÖWÁ [ ~ Ç^Á [ ÖÖÚW Á ä • ÉÄ ~ | ç | ^Á ç! Á | ä @ | ç Á  
^æ | ^ • ÉÄ ä Á ç | ^ • ÉÄ { { ~ } ææ } Á | | • ÉÄ Y T Á ^ } ^ | ç | • ÉÄ & ÉÄ ÖÖ Á @æ^Á W Á ä • ÉÄ ä Á  
c@ • ^ Á cæ Á ä ^ Á & } - ä | ^ á Ä Ä Á | Á ç [ • Ó cæ ~ Ç \* ÉÄ Ç @ ~ \* @ Ä [ { ^ Á % ç ^ & æ ç Á } ä • Áæ^Á ~ æ | Á  
á á á æ æ á Á | Á ^ ç \* Á æ & | & Á ä } æ Ä • æ^Á @ Á Ú Ö Ö ÉÄ @ | ^ Á Ä [ Áæ • | | ^ ç Á | ä | ä ææ } Ä Á • ^ Á @ { ÉÄ  
Ç Á & | ~ | • ÉÄ ÖÖ Á @æ^Á [ { ^ Á ^ & æ ç } & ç } • Á ä • Á • ^ á Á | Á R V Ö Ö Á | \* | ç { ä \* ÉÄ Ç Á | Ä Á  
^ | ~ Ä Ä Áæ ä ä Á @ Ä @ | ^ Áæ & Ç & ç | ^ Á - Á | ~ | Á ~ • ç { Ä | { Á @ Ä | | ~ } á Á | ÉÄ Ö & æ^Á @ Á ä-!^ } ç  
{ | á | ^ Á @æ } | | Ä Á Ä | | ^ } ç á Á Ç Á Á ç | ^ • ÉÄ V Ö Ö Á ç | - æ Ä | Á Ö Ö Á ç | - æ • ÉÄ ä Á æ ç æ | Á  
% Ä á-!^ @ • ^ Á [ á | ^ • ÉÄ V Ö Ö Á æ Á ^ { Ä ä ^ Á æ Á ç ä ~ • Áæ ÉÄ ä Á | ç | | Á Á ÉÄ Ö á Á Á Á ç | Á  
[ ] [ | ç } æ Ä Á ä ä Á @ Ä [ á | ^ Á | ~ Á ^^á Á çæ ç Ä Á ^ Á [ ~ Á ^^á Á @ { ÉÄ | Á | ~ Á ^^á Á ç Ä á ä ÉÄ  
~ | çæ | ^ & æ^Á Y T Á ä } æ Á ^ } ^ | ç | • Á Ö | Á | ~ Á ^^á Á Á @æ^Á Ç Á Á @ • ^ Á [ á | ^ • Á Y  
Y ^ | | ÉÄ | ~ Á • ç ^ á Á Ä ä á Á çæ ç Á Ç Á ä • Á - Á | á Á Ä • çæ ç Á Ç ^ | ææ Á Ä á | & Áæ Ä ç ^ Á ä • Á  
æ Á | ~ Á ä ÉÄ

Á  
V @ \* • Áæ Ä ^ ç ~ & @ Ä | ç | Á Y | ~ Áæ Ä Á ç ^ } Á ä ä Áæ | | ^ Á } & ç } æ Á Ö W Á • æ^Á | ~ Á Ú Ö Ö ÉÄ V Ö Ö Á  
| ^ Á | ~ Á & { ä ä ^ Á @ Ä | ^ çæ ç Ä Á - Á æ | & } d | | ^ Á ä @ @ Ä ç | ^ • ææ Ä Á - Á Ú Ö Ö ÉÄ ~ Á ç Á Áæ ~ æ Á  
æ ç çæ & á Á æ | ^ Á ä Á Ä | ~ | ä } Ç Á & { { ^ } á Á @ Ä | Áæ^Á \* ä } ^ | ÉÄ

Á  
U | ^ Á ç ! ^ Á Ä ] [ | cæ öãçæ çæ^Á - Á Ú Ö Ö ÉÄ Y | ~ Áæ Ä Á | | ^ Á • ç | ~ | Áæ^Á } Ä Á ä ~ | çæ } ÉÄ Ä ~ | çæ } Á  
& ç Á \* | Á ç ! ^ Á æ ÉÄ ç ä \* Á ä ç Á æ & | ~ } ç | | | çæ ææ } Á á | çæ • Á ä • æ^Á æ ç æ Á æ | æ Á - Á @ Á Ú Ö Ö ÉÄ  
æ | , ä \* Á | ~ Á Ä Á • Ó cæ á Á çæ æ Á & { | | ç Áæ^Á } • Á ä Áæ & { | | çæ | ^ Á • ç } ç ä [ { ^ } ÉÄ U @ | Á  
ç & @ ä ~ ^ Á ç æ ÉÄ ä ä æ Ä | Á R V Ö Ö Á ^ á ~ Á | Á Ö W ÉÄ | Á ç ç Á ç Á ä Á Ö Ç Ü & | ^ Á Á | ~ Á ä @ Ä Á  
~ | ç | ^ Á ç | | | ^ Á @ Áæ | ÉÄ Á Ä [ ] ç Á ^ Á ä á ! ^ • ç \* Á Ö Ç Ü & | ^ Á | Á ~ ä ç } ç Ä Á • ç { Áæ^Á \* \* ä \* Á  
• | | ç } • Ä Á @ Á ÉÄ [ | | ÉÄ

Á  
V @ | ^ Áæ^Á [ { ^ Á ä ä Ä Á Á @ Ä ç | ^ • ææ Ä Á ç ~ \* ÉÄ Ç Á çæ á Áæ | ^ ÉÄ Ç @ | ^ á Á & | & Á ä } æ Ä æ Á  
} ^^á Á Ä Á | ~ ç á Á Ä | ^ Á ^ & ä ä Á ä • Ä Á Á @ | | Á @ Áæ^Á } Ä | | • Á | ~ ç Á • ä \* Á ç ^ Á ä ç ç Á Ú Ö Ö ÉÄ Á  
[ ] ç ä á Á @ Áæ^Á } Áæ ä Á | ~ ç ä \* Á - Á @ Á ä } æ ÉÄ Ç | ÉÄ | ~ ç | Á | ç Á @æ^Á Ö Ö W Á Áæ^Á | | ~ ] ^ á Á Ä  
, @æ^Á ^ Áæ | Áæ | ^ • ÉÄ Ç ä ç | Á Ä | Áæ^Á | | ~ ] Ä - Á ä • Á ÉÄ @æ^Á @ Áæ^Á ä Á [ , ^ Á ~ ] | | Áæ ä Á @ } & Á  
[ ] ^ | çæ Áæ Á @ Áæ^Á Ä Á ç | ^ Á ç | | ^ ÉÄ | ~ Áæ ç ç Á @æ^Á É É X Áæ ä Á É - X Á | \* æ Á } Á @ Áæ^Á ^ Á  
á ç | ÉÄ [ , ^ ç ! ÉÄ @ | ^ Á Ä Á [ c@ \* Á | | } \* Ä Á @æ^Á \* Áæ É É X Áæ | ÉÄ ä Á É - X Áæ | Á } Á @ Áæ^Á ^ Á @ ÉÄ  
Ö æ | ÉÄ | ~ Á ^^á Á Ä } á | ^ • ç ä Á @æ^Á @ ~ \* @ Ä | ~ Á @æ^Á @ Á ä @ Ä Áæ | Á | Áæ^Á Á ä } æ Ä Áæ^Á  
| | ~ ç á Á Ä ä ^ Á W Á ä • ÉÄ @ | ^ Á Ä Á | Á ~ æ ç ç ^ Á @æ^Á | | Á ^ Á @ • ææ | Á | • ä | ^ Á ç | ~ ç | Áæ & ç ! Á  
, @ Áæ | ÉÄ Ç Á | ç } & { { [ ] Ä | Áæ^Á } ^ | Á Ä Á ^^á Á & çæ \* ^ Á W Á | æ { ^ } ç Ä ç ! & { ^ Á [ ^ Á  
] @ • æ ç Á ä ææ } • Á - Á @ Á ä ä ÉÄ



# Úæ& æ^•Á

V@•^Áæ^Á~ ææ} óŕ Á@ææ!•Áŕ ÁÓÁŕ•Éŕœ|| , •Á[~ Áŕ Áŕ-ŕ^Áæææ]•Éŕ æ} æŕ•••Áŕ áÁ  
] æ&•Á-Áŕ á^Á@ææ} Á^Á^••áÁ æ^•Áŕ ••Áŕ Áŕ!| b&óŕ!Áŕ^} Áŕ Á@!Á!| b&•Éŕœ@~\* @  
^~ Áŕ æé&{ }|•ŕÁŕ @|•Á!| b&óŕ!{ Á} áÁŕ Á} áÁ æ@~ óŕ^^áŕ\* Áŕ ææ æ^•Éŕ} , Á@æÁ@^Á  
^ŕáÉŕœæŕ Á@!•Áŕ Á[ Á!áŕææ} Áŕ Á•^Á@{ Éŕ•óŕÁ{ ^Á[ ŕ óŕ-Á[~!Áŕ!~ŕ} Áŕ Á@Á[!|áÁ  
[-ÁŕŪŒÉŕÉŕ[~ŕ!Á^!Á@Áŕ^^áÁŕ Áŕ^ŕ!Á!~\* æŕ á^Á[~!Áŕ!á^Áŕ áÁ æ^ÁŕÁæŕ!Áŕ Áŕ æææ Éŕ  
Y @} Á@æÁŕ ^Áŕ{ ••Éŕ[[\*^Áŕ[~óŕPÖŠÁŕ ææ æ^Éŕ

# W^!ÁŒ[ ]•dææ o Áŕ^Á

V@Á]ææ ÁŕŕóŕÁŕ^Áŕ•Á[~ Áŕ-ŕ^Á@ŕ]ææ{ ^} óŕ Áŕá^!^} óŕŕÁŕ ŕ•Éŕŕ ^æŕ Á@Á^æŕ] @•ææŕÁ  
][•ææ} Áŕ-Á@Áŕ ŕ•Áŕ Á@Áŕ ææ æ^Áŕ-Á@ÁŒŪŒÉŕœ@ Éŕœŕ[ Áŕ•Á[~ Áŕ-ŕ^Á@ŕ]•æŕæŕ ŕ•Áŕ ÁŕÁ  
~•áÁŕ!Áŕæœ@] ŕ Éŕœæŕ ÉŕŕÁŕ•Á[~ ÁŕááÁ @ŕÁ ^Áŕœŕ!Áŕ ŕ\*Áŕ}•dææ o Áŕ^Áŕ áÁææ} Áŕ-Á@Á  
•]^áÁæŕÁ @ŕŕ{ ^Áŕ} æŕ Áŕ^Áŕ! & ÁŕÉŕÁ ŕ\*Áŕ}•dææ o Áŕ^Áŕ!^Áŕ ]|•ŕœ óŕ!ÁŕÁŕ•ŕ} Éŕ  
æŕ áÁ@~ Áŕ•Á@ŕ] |•Á@ŕÁ[~ŕÁ[~!ÁŒŪŒÉŕÁ•ŕ} Áŕ^Áŕ Áŕ^^óŕ•^Áŕ}•dææ o Éŕœ áÁŕ!óŕ[~ Áŕ  
ææ^ÁŕÁŕœŕ Éŕŕ!••Á[~!Áŕ•ŕ} Áŕ Á[ Áŕ ]|•Á@ŕŕÁŕ[•] óŕŕ &^ á^Áŕ ŕ\*^Áŕ! & Á[ ŕ\*Áŕœŕ!Á  
œæŕ Áŕ Áŕ: Éŕŕ ŕ\*Áŕ}•dææ o Áŕ^Áŕ æŕ ááŕ!~Éŕ

# V^•óŕ^} &@•Á

Éŕ•óŕ^} &@ŕ Áŕ [ @!Á]ææ ÁŕŕóŕÁŕ^Áŕ•Á@ŕ Áŕ æŕ Áŕ ]|á•Éŕ|| , •ÁŕÁ•^!Áŕ Áŕ•óŕÁ [ á~!ÉŒÁ  
ŕ•óŕ^} &@ŕ Áŕ^Áŕ [ @!ÁŒPÖŠÁŕÉŕœŕÁ•&æ•ÁŕÁ&ŕ ŕŕœŕÁ [~!áŕ!} ]^&óŕ Áŕ[~!ÁŒŪŒÉŕ Á  
^~!Áŕ æŕÁŕ] |ææ} Éŕœŕ Áŕ^Áŕ Áŕŕœŕ ]|•ŕŕ[~ŕ^Áŕ ŕáŕ\* ÁŕÁ[ æáÁ@ŕÁ^^á•Áŕ Áŕ!•Áŕææŕ Á  
æŕ ÁŒŪŒÉŕ Áŕ ^{ |!ÉŒÁ!áŕ!Áŕ Áŕ•óŕÁ [ á~!Áŕœŕ!{ } } ŕæŕ•Áŕ ŕœ@ÁŒŪŒÉŕ Éŕ[~ Áŕœŕ Áŕ ŕáÁ  
æŕ•óŕ^} &@ŕœŕŕ &^ á^Áŕ Áŕ[~!æŕ áÁŒŪŒÉŕ Éŕ[~ Áŕ[~!áÁ~ŕ] Áŕ!æŕÁ@Áŕæœ@^ŕœŕ áÁŕ Áŕ Á  
á~ŕáŕÁŕ•óŕ^} &@ŕœŕŕ ŕ ŕ•Áŕœŕæŕæŕ ŕ\*Áŕœŕæŕŕ!ŕœŕ Áŕ-Á@ÁŒŪŒÉŕ Áŕ Áŕ!•^!Áŕ Á [••æ|Éŕ  
œ@Áŕ^Áŕŕ\*Áŕ Áŕ•óŕ^} áŕæŕæŕÁ[~!Á [ á~!Áŕ Á@ŕ [•óŕæŕœŕ!} ááŕ}•Éŕ

Á  
ŕÁ [!œŕ] [ŕ\*Á@ŕŕÁŕ•óŕ^} &@ŕ ŕ!Áŕŕ!Áŕ^Áŕœŕæŕ Áŕ] œ@•á^áŕŕŕ Áŕæŕ•ÉŒœŕŕ ^æŕ•Á  
œœÁ[~ Áŕœŕ Áŕ•^ÁŕÁŕ Áŕ[ á^Á@ŕÁæŕ•Á  
Á

```
} á↔\Áâ~ãÁŒIÁ^bÁ
```

Á  
Y @ŕŕÁŕ [ { ^œŕ\*Á[~ Áŕœŕŕŕ [ Áŕ ÁŒPÖŠÁŕ!á^Á@ŕÁ^^á•Áŕ Áŕ•&æ•ÁŕÁ&ŕæŕŕ!•æŕæŕ•ÉŒŕÁ  
|•ŕœ óŕ [ ŕœŕŕŕæŕ ŕŕŕ Áŕ!Áŕ^ÁŕÁŒI}•Áŕ!æŕ•Éŕ[~ Áŕ[~!áÁ^^áÁŕ Á@ŕ^ÁŕÁŕ! & Á@ŕÁ^^á•ÁŕÁ  
&ŕ]ŕ!Á@ŕŕ[~]•óŕ!æŕ•^áÁŕ ^ÉŒœæŕ Éŕ[} óŕ [!|•Áŕ[~óŕ@ŕ!á^Áŕ!Á[ , ŕŕ^ŕ!Áŕ^ŕŕŕŕœŕæŕ  
ŕ ]|•ŕ{ ^} œæŕ} Áŕ!•Á[[ ] ÁŒ

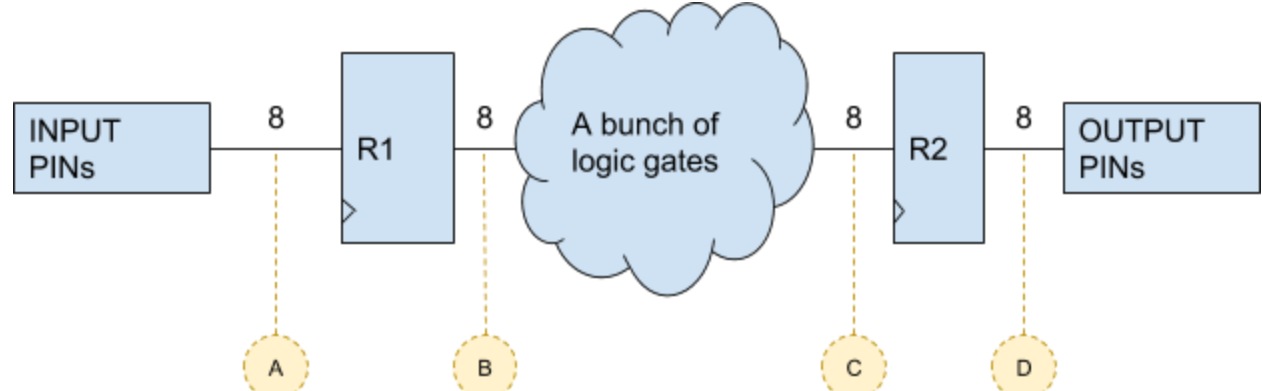


# What is RTL and how it works

ÜVŠÁÁ } ^Á Á@Á [ •óÁ ] [ |cā óÁ { •Á [ ~ q|Á -c } Á@æÁæ [ ~ óÁ Á@Á [ | |áÁ ÁÚÖÖÁÁ cā ā Á  
 † |ÁÜ^\* ā c |ÁV |cā • - |ÁŠ^ç^ |ÉÜVŠÁÁ Á@Á [ •óÁ -ā } óÁ æ Á [ -Á~ āāā \* Á@ @Á ] ^ ^ áÁÚÖÖÁ  
 æ&@^ &c | ^ • ÉÖBc ā | É [ •óÁ Á@Á ^ • ÉÜÁ Á@Á ] | Á |æcāā } æ Á -Á^cā \* Á@ \* • Á [ ] ^ Á Á Á  
 ÚÖÖÁ

Á  
 Ó-† | ^Á^ ^cā \* Áā q Á ] ^ &āā • É | ^cā Á-ā • ócā Áæ [ ~ óÁ [ & • ÉÁÁ ÁÚÖÖÁ [ & Á Á ] æ [ ~ } cā  
 Ô [ { ] æ ^ áÁ Áæ [ & [ & ] d [ | | ^ É | @ | ^ Áæ [ & Á Á [ óÁ { ^ cā \* Á [ ~ Á [ | | Á ~ & @ [ ~ cā Á Á Á  
 ÚÖÖÁ @ Á [ & ā \* Á Á [ { ^ cā \* Á [ ~ q|Á ^ áÁ [ & ] • cā q Á [ ] ā | Áæ [ & ] \* Á@Á æ ÉÖ [ & Á Á  
 , @ Á ^ • Á -† | { cā } Á [ çā \* Á Á [ ~ | ÚÖÖÁ [ { Á@Á ] ~ cā Á \* āā [ & • Á@Á [ & • • Á@ • ^ Á  
 ā ] ~ • ÉÁ Á ~ q ~ óÁ ā • ÉÁ

Á  
 V @ Á [ & Á Á Á ÚÖÖÁ Á • ^ áÁ Á [ & Á Á \* ā c | • ÉÜ^\* ā c | • Áæ ^ Á ā ] | Áæ } & @ Á - Á ā É [ ] • Á Á  
 ] æ ā | É • cā \* Á@Á æ ^ Á [ & Á [ ~ | ^ É | , Á ^cā Á [ | | Áæ @ Áæ | æ Á ^ | , É @ Á Á Á ÜVŠÁ  
 | ^ | ^ • ^ } cā } Á@Á [ ~ Á æ Áā ā Á ā } ^ Áæ ^ Á • Á ~ ó@ | ^ É ā Á Á ] [ | cā óÁ Á ^ Á | ^ Á Áæ Á  
 āÉ [ ~ q|Á [ cā Á@Á @ | ^ Áæ ^ Á [ Á Áæ ^\* ā c | • ÁÜFÁ āÜÖÁ āÁ [ É [ ~ q|Á [ cā Á@Á [ & Á  
 • ā } æ Áæ ^ Á [ óÁ | æ ] ÁV @ Á Á [ óÁ ā cā ^ É óÁ ^ Á • ā | Áæ • { ^ Á@Á | Á ^\* ā c | • Á Áæ ^ • ā } Á  
 • cā ^ Á@Á æ ^ Á [ & Á @ cā \* Á@Á æ ^ Á [ & Á æ ^ • Á@ \* • Á | æ cā ^ Á ā ] | ^ Á } Á@Á { \* Á } ÉÁ  
 Á



Á  
 P [ , É | ^cā } : ^ Á@Á æ | æ Áæ ^ Á : c | É @ | ^ Á Á cā Á [ ^ • Á @ Á æ @ Á [ & & & | ÉÁ  
 Á

Ô [ & Á ^ & ^ Á	Ü ^* ā c   Á Á	Ü ^* ā c   Á Á
F Á	Ö Á Á Á cā • -   ^ áÁ Á Á	Á
G Á	Á	Ô Á Á cā • -     ^ áÁ Á Á

Á  
 Ü [ É ] Á@Á • óÁ [ & Á & | É @ Á | \* ā Á ^ç^ | Á } Á@Á ā • Á - Á@Á ÚÖÖÁ Á cā • - | | ^ áÁ [ { Á [ ā óÉ Á  
 ] [ ā óÉ Á ā Á [ cā \* Á ā | Á cā ] ^ Áæ [ ā óÁ } cā @ Á ^ cā [ & Á & | É V @ Áæ } & @ Á - Á | \* ā ā æ • Á  
 , ā Á | | & • • Á@Á æ @ Á ] ^ æ ^ áÁ [ ā óÁ Á | æ ^ Á@Á ^ | Áæ [ ā óÉ Á cā @ Á } & @ Á - Á



02] a & A - Aac&A K&A A A } ^ A a A } | A & A a \* ^ A | aac A : A ~ ! A @ | A A ^ a } EY aq \* A a q \* A  
a a A a q \* A a \* ^ A A [ d A | A @ A a q d A @ a o E a a A A & c a | A a a q \* o A q [ • o A q ^ ! ^ A ~ | A @ a A c a A  
a | ~ } a A U O E A ^ a } • A

A

V @ A ^ c o ^ ~ a b & o A a ~ o A & | & A A A & | A a { a q • E A q ^ ~ A @ ^ A } | A F A & | & A ^ ~ ^ } & A | A ^ ~ ! A  
, @ | A ^ • o { E a @ } A ^ ~ A @ ^ A F A & | & A a { a q E A q ^ ~ A @ ^ A c [ A & | & A • A @ a A ^ A [ o A A ^ } & E a @ } A  
^ | ~ A @ ^ A c [ A & | & A a { a q • E A q [ ] o A a A @ a A A a A A A @ ^ A a ^ ! ^ } o A & | & A { a q • E A ^ a e ^ A  
o A A A & | { [ ] A | a c a A E a ~ o A [ ^ A ^ a A A } [ , A @ a A c a a a A @ ~ | a A A A a ^ } A @ } A a q \* A c [ A  
a a ^ ! ^ } o A & | & A • A A @ A ^ a e ^ A a ^ a } E Y a q } a A [ , A @ a A a e A \* [ A | ] \* A a @ A a ^ ! ^ } o A & | & A  
{ a q \* A } N A ^ a e & o A A c | ^ o A | A & | & A ^ a e a a q a c + E V @ | A A ^ A | ^ c A A A A a c a | ^ A a a | ~ o A E  
a ^ o A | A [ , E A [ ^ A • o A ^ a A A { ^ | a ^ A @ a A A a A a } a A [ ^ A a q o A A q a A A

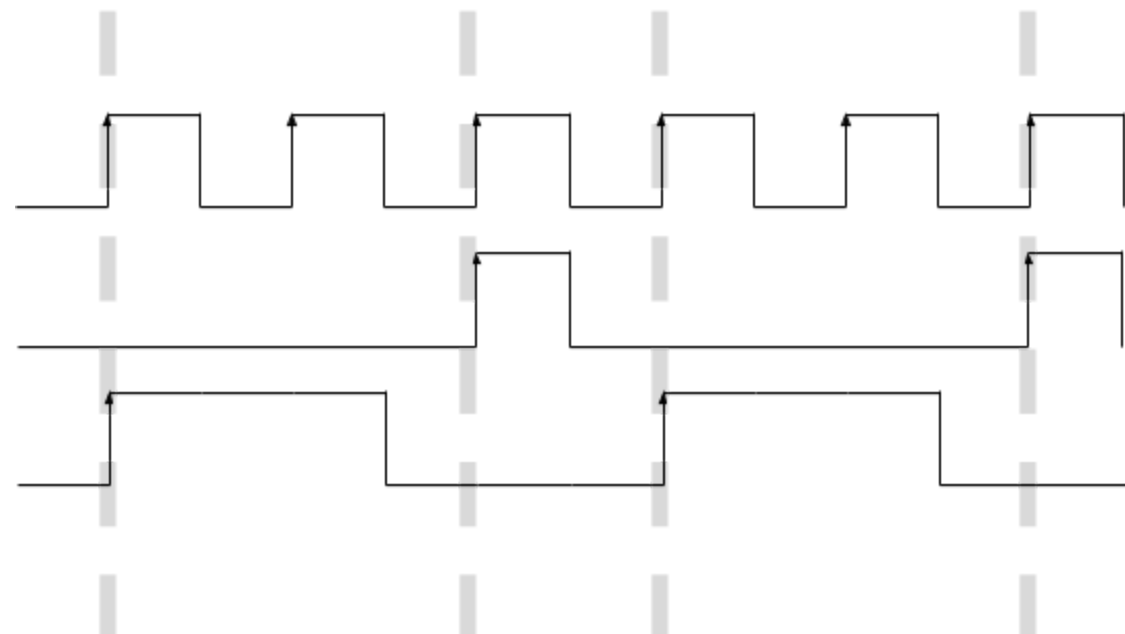
A

V, [ A ^ o q a • A c a o A A q a A | : a | ^ { • A @ a A a e A a ^ A | { A a q \* A & | & A • E V @ A a • o A } ^ A A  
^ } • | a \* A a | A & | & A • A e ^ A ^ } & @ [ ] a ^ a E a o A E A } • | A @ a A @ A a c a ^ A a \* ^ A A @ A & | & A c a q \* A | A  
a q \* A o A ] ^ } A a @ A a e ^ A a ^ E A

A

O | [ , A A A A c a e ] | A A A & | & A • A @ a A [ ] o A @ ^ A @ A a e ^ A ^ ~ ^ } & E a ~ A @ a A @ ^ A @ a A a c a  
^ a \* ^ A ^ ! ^ & d ^ A a } ^ a E A A @ a a a q } E A [ A ^ a e a a q a A | : a | ^ { • A a e A & & ! E A

A

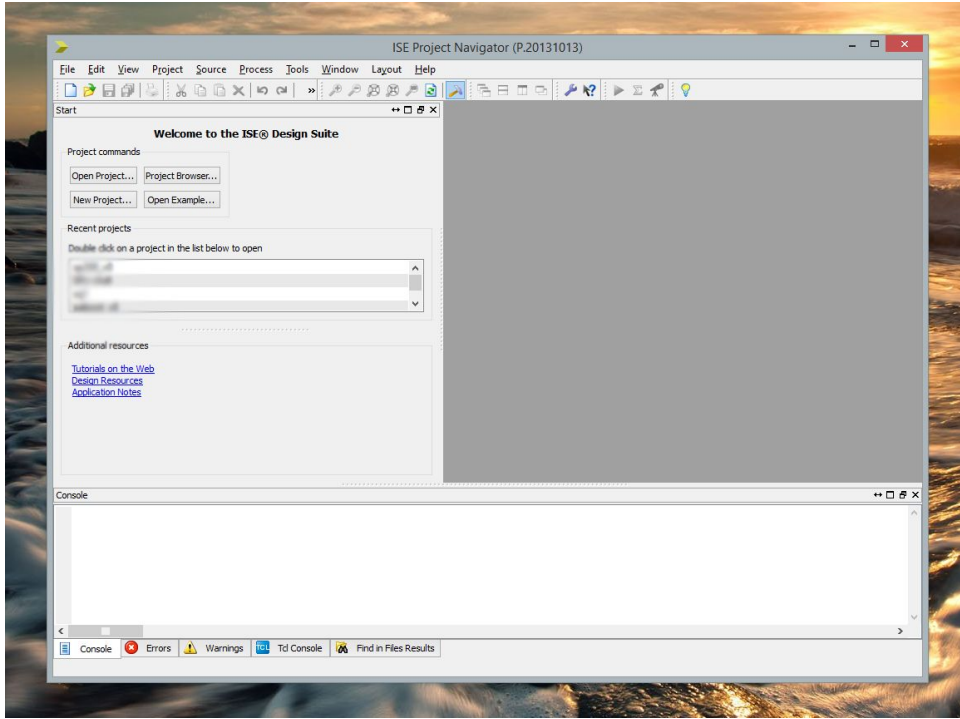


A

A

P [ , E a A [ ^ A a q o A ~ a a q c ^ A a \* ^ A a q } { ^ } d A @ a A A c } A @ A a e ^ E a @ A a e a A a A A A A ^ A  
o o A A | ^ { ^ } • E a o o A A A a ^ { | ^ A a & c ^ ! A A @ • A A | A A A c } A A | ^ A c [ A & | & A { a q • E A  
A





Á

Á

# Creating a new project

U\ E\ , A^c^ A^ d A [ | ^ A | aca^ c ~ER • O\ aQ\ ^ A^ ^ OÖEÖOÄ [ | \ • A\ aQ\ | b&o +EÖ [ A  
 æ@ æA\ aA&^æ A^ , A | | b&cA ^ A\ a\ \* A } A^ A^ ^ , A | | b&dE^ | A&Q [ • a \* Aæ æ ^ Aæ aA  
 æ\ &æ\ } A | A [ ~ | A | | b&dA [ ~ d\ A^ Aæ \ ^ aAq ~ \* @ | A ^ • d } • E\ ä ^ A@ ^ cæ&A | | ä &Aæ a EÄ  
 ä^ çæ\ Aæ æ ^ E\ æ æ ^ E\ ^ ä E\ cEAP [ ] ^ • d EÄq A [ AÇ ^ | ^ A& aææAæA@ ^ cæ ^ E\ A [ ~ A ^ | ^ &A  
 ^ Ç ^ | ^ cæ \* AÖ • cA^ A@ ^ æ c | ^ A ^ | , EÄ [ ~ d\ A ^ Aæ ^ Eä ~ cA [ ~ A^ ^ æ ^ A } [ , A @ &A c A [ ~ d\ A ^ A  
 ^ • a \* AæA@ ^ } ä E\ [ Aæ@ æA\ a A ^ | ^ &c\ EÄ  
 A

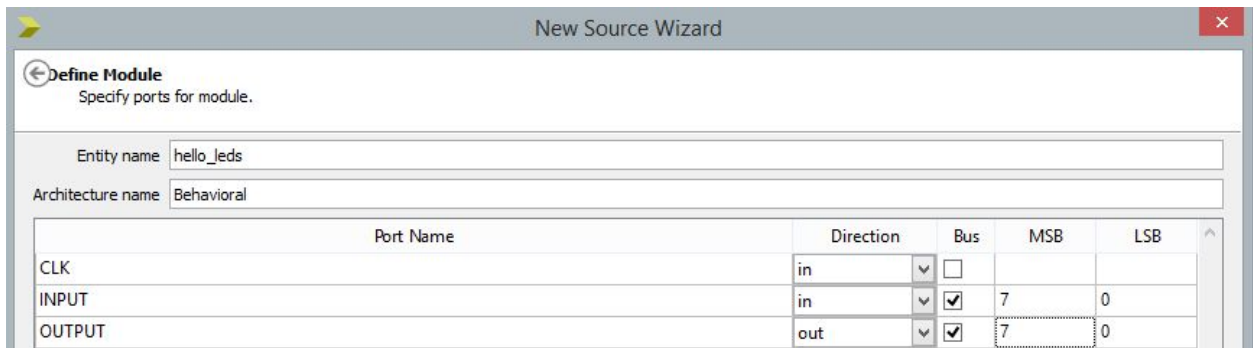
← **Project Settings**  
 Specify device and project properties.

Select the device and design flow for the project

Property Name	Value
Evaluation Development Board	None Specified
Product Category	All
<b>Family</b>	Spartan6
Device	XC6SLX9
Package	FTG256
Speed	-3
Top-Level Source Type	HDL
Synthesis Tool	XST (VHDL/Verilog)
Simulator	ISim (VHDL/Verilog)
Preferred Language	VHDL
Property Specification in Project File	Store all values
Manual Compile Order	<input type="checkbox"/>
VHDL Source Analysis Standard	VHDL-93
Enable Message Filtering	<input checked="" type="checkbox"/>

A  
 Q\ A ^ c ^ A [ ~ A\ æ a ^ | Aæ [ ~ } ä A c [ ~ \* @ A c A\ c | - æ A\ æ a Aæ a Aæ ^ , AXPÖŠÄ [ | ä ^ | A c @ ^ ^ d\ Aæ d\ A  
 % @ | | | ^ ä • EÇ @ +EV @ A [ | ä ^ | A\ a | A c ^ A } ^ A\ | & A\ } ~ EÄ Ä æ æ æ } ~ • Aæ a A Ä æ æ æ ~ d ~ • EY ^ d ^ A  
 \* [ ] } æ ä ~ a Aæ AÇ • ^ | • • DÄ [ | ä ^ | A c @ ^ Aæ ^ • Aæ Ä Eä A } { ä | Eä ä • Ä | € Ä | Ä Eä ç | • A c @ A ^ • | • EÄ  
 • ~ ä c æ o A c EÄ c } Ä ç ^ | • A c @ A ^ • | cæ æ æ EÄ c } Ä ä æ | Aæ ä • A ^ € Ä | A ~ d ~ c @ A ^ • | cæ Aæ } Ä Eä ä  
 ä ä æ ^ & | ^ a } A [ { ^ ŠÖÖ • EÜ [ EÄ A { A } EÄ c ^ d ~ c } [ | ä A ^ A ^ ~ æ Ä | Ä  
 QWV" ? " ] \* KP - 72 + " + 42 \_ - 32 A

V@Á caē ] | ^ Á Á [ cÁ [ | ^ Á | Á ^ • • Á ^ • ~ | Á c @ Á c @ Á | c • • B c Á B ^ | | Á Y [ | | á + Á caē ] | ^ Á [ ~ Á a á Á Á & { ] ^ c | Á | | \* | aē { a \* É @ Á } | ^ Á a Á @ | ^ Á Á Á Á ~ á a Á | aē \* | [ ~ } á + Á Á ^ • c á a ^ | ^ } c aē ] | | aē @ • É Á Á



Á  
ÿ [ ~ | Á ^ , Á X P Ö Š Á [ á | ^ Á a a Á @ ~ | a Á [ | \ Á Á ^ Á @ Á & c | ^ Á a [ ç ^ É ^ c Á c ] É a É c @ Á ^ Á a | Á ^ Á & ^ a a É V @ Á Á [ ~ | Á [ á | ^ É V @ Á a | a e d { a a B a | ^ Á Á [ ~ | Á c ] + Á [ á | ^ Á a & ^ Á c | ^ Á Á } | ^ Á } ^ Á { [ á | ^ Á a Á [ ~ | Á ^ • a } É Y [ ~ Á a } Á a a Á @ Á | á Á a c a } Á ^ c Á a ^ Á a a | É B [ c ] a a É É Á [ ^ • Á X P Ö Š Á ^ • } c a É a Q a @ a \* Á a ^ Á c | ^ Á a ^ Á a } ^ Á c @ | Á | | c } • É Á Á  
Á  
Ù [ Á [ ~ Á @ ~ | a Á } a Á ] Á a c a Á ^ Á c a Á [ | \ • Á Á ^ Á c Á Á

```
-->ãããã ] Á Ø Ó Ó Ó Ì Á
| b a Á Ø Ó Ó Ó È U Ú Ç Ž Q Š Ö Ø Ž F F I J H È N Q Q Ì Á
Á
É É Á Û ^ ^ ~ ^ t a ^ \ Á \ a a Á à ~ ^ ~ } < ^ & Á -->ãããã ] Á a a ^ ^ - a a a \ < ^ - Á < a Á | b < ^ & Á
É É Á á á < ^ \ a ^ t a < ^ - Á à | ^ ^ \ < ^ - b Á } < ^ \ a Á U < ^ & a a Á ~ a Á Û ^ b < ^ & ^ a a Á { a - | a b Á
É É | b a Á Ø Ó Ó Ó È S Û R Ó P Ø Ø Ž U Ú Ç È N Q Q Ì Á
Á
É É Á Û ^ ^ ~ ^ t a ^ \ Á \ a a Á à ~ ^ ~ } < ^ & Á -->ãããã ] Á a a ^ ^ - a a a \ < ^ - Á < a Á < ^ b \ a ^ \ < a \ < ^ & Á
É É Á á ^ ] Á V < ^ < ^ [ Á * a < ^ t < ^ \ < ^ { a b Á < ^ Á \ a < ^ b Á ^ ~ a a É Á
É É -->ãããã ] Á Û S Ø U Ø R Ì Á
É É | b a Á Û S Ø U Ø R È Û Ö ~ ^ * ~ ^ a ^ \ b È á --> Ì Á
Á
a ^ \ < ^ \ ] Á a a --> ~ Ž -> a a b Á < ^ b Á
Á Á Á Á Á Š ~ a \ Á Ç Á O Q P Á Í Á < ^ Á Á U Ú Ç Ž Q Š Ö Ø Ì Á
Á Á Á Á Á Á Á Á Á Á Ø S Š Û Ú Á Í Á < ^ Á Á U Ú Ç Ž Q Š Ö Ø Ž Û Ö Ó Ú Š P Á Ç Í Á a ~ } ^ \ ~ Á € D Ì Á
Á Á Á Á Á Á Á Á Á Á Š Û Ú Š Û Á Í Á ~ | \ Á Á U Ú Ç Ž Q Š Ö Ø Ž Û Ö Ó Ú Š P Á Ç Í Á a ~ } ^ \ ~ Á € D D Ì Á
a ^ a Á a a --> ~ Ž -> a a b Ì Á
Á
á a ^ a < ^ \ a ^ \ | a a Á Ñ a a { < ^ ~ a a -> Á ~ a Á a a --> ~ Ž -> a a b Á < ^ b Á
Á
a a & < ^ Á
Á
Á
Á
a ^ a Á Ñ a a { < ^ ~ a a -> Ì Á
```

Á

CE Á•æ^áÁ^| |^É@Á Á [ Á] Á•c@é•c^ÁXPÖŠÁc q | äÉÄ~ Áæ@!ÁÁ~ æ Á] áÁ] ä ä æ cÄ  
{ ä |æ} Á~ ä^É [ É@!^Á ÁÁ~ æ Á@æ•Á] KÄ

Y|~ q|Á [ cÄ Ác@æ] { { ^} c^áÁ] ^•ÁæcÁ æ@ÄÄÄ

V@Áá•Á|| & Á -Á] á^Á] &| á•ÁÖÖÁä!æ^ Á] áÁ] ^8ää•Á @Ä] æ æ^Á] Á•^Á] { Á  
c@Áä!æ^ ÄÄ

V@} Á] { ^•Áæ] æc@c@á^•&ä^•Ác@Á] q~ cÁ] [!•Á [ -Á [ ^!Áá•ä} ÄV@Á, [!áÁ  
%UVÖ' ŠUÖÖ' XÖÖVUÜ+Á ^æ•Ááá•Á -Áä~ ÄV@Á æc@Ä] Ä [ , } q ÄDÄ ^æ•Á] Á Á  
ää~ Á•Ä

QÄ [ ^ Áä] q| [ cÄ Éc@æ] Á c|ÁÁæ@!Á] ^!c] ä & Á -Á] á^ÉŠ^c] ÄÄ [ { ^Á [!^Á] ^•Á] Á^!-| { Á  
c@Áæc æ^Á] •^!Á} &c] Á -Ác@Ä [ á^|É] @Ä] Á@Ä] ||, ä \* KÄ

Á

QWV"? "]\*KP - 72+ " 42\_\_ - 32Á

Á

P^!^Á Á@Á^, Á] á^KÄ

Á

```
→âãää ]ÁøóóíÁ
|bæÁøóóóÈUÚÉŽQŠÖØŽFFJHÈNQÖÌÁ
wug"KGGG0PWOGTKEaUVF0CNN="
Á
æ^ \↔ \ |Ááæ→~ Ž→æäbÁ↔bÁ
ÁÁÁÁŞ~ã \ÁÇÁOQPÁÍÁ↔^ÁÁUÚÉŽQŠÖØÖÌÁ
ÁÁÁÁÁÁÁÁÁÁØŞŞÛÚÁÍÁ↔^ÁÁUÚÉŽQŠÖØÖŽÛÓÓÚŞÞÁÇÍÁä~} ^ \~ÁÉDÌÁ
ÁÁÁÁÁÁÁÁÁÁŞÛÚŞÛÚÁÍÁ~ | \ÁÁUÚÉŽQŠÖØÖŽÛÓÓÚŞÞÁÇÍÁä~} ^ \~ÁÉDDÌÁ
æ^ äÁÁæ→~ Ž→æäbÌÁ
Á
áã´ á↔ \ æ´ \ | äæÁÑæää { ↔~ äã→Á~ àÁáæ→~ Ž→æäbÁ↔bÁ
Á
âæ&↔^Á
Á
o{artqeguu"<"rtqeguu*ENM+" "
"
dgikp "
kh"*ENM)gxgpv"cpf"ENM"?")3)+"vjgp"
QWVRWV">?"uvfanqikeaxgevqt*PQV*PQV*wpukipgf*KPRWV+"-"
72+/"42+"-"32+=""
gpf"kh= "
gpf"rtqeguu="
æ^ äÁÁÑæää { ↔~ äã→ÌÁ
Á
```

Á

Ó-|!^Á [ ä \* Á] ^ Á~ |c@!É] |æ^Á [ c^Ác@c@Á Ác@Á [!•c^!Á] |^ { ^} cæ] } Á -Ác@Á~ á^áÁ  
~} &c] Ác@c~ \* @ÁÁ Ác@ [!^cæ] Á] !!^&DÄP [ ^c@|^••Éc@Á] ^8ää] |^ { ^} cæ] } Á] ä!Á^Á



Q] ~ |Á Å^• & ä^Á @æ [ ^ Á @ ~ |áÁ [ áÁ [ Éæ áÁ @ Á @ Á^• á } Å Åæ ^áÉÓ çÁ |Á [ , É^ Å Å^ Á  
ç Á } á^• çæ áÁ @ Á Å^• Å @ Á ^ | ^ Á á á^á Å } á Á @ Á^• Å Á | á Á [ ç^ ÉÁ

Á  
V @ Á • Á á á^á Å ^ Á  
Á

```
wug"KGGG0PWOGTKEaUVF0CNN=Á
```

Á  
@ Á • á [ @ | Á Á : æ ^ Á ^ Á ^ á Á Á [ | | Á æ Á } ^ á Á | Á } • á } ^ á Á { á^• ÉV @ Á ^ & | } á Á | & Á Á  
& á Á Á | | & • • Éá } a & Á Å | á^Á Ç | Á } æ ç Á Á & & ^ Á @ Á } & | & ^ á Á Á @ Á } æ Á ÖSS + É Á  
[ @ | Á [ | á Á Á @ Á Å^• & ä^Á Å^ç ^ ^ } ÉÁ

```
o{artqeguu"<"rtqeguu*ENM+"Á
```

Á  
Éæ á Á  
Á

```
gpf"rtqeguu=Á
```

Á  
É ç | Á } | Á @ } ^ } ^ } @ | Á @ Á } æ Á ÖSS + & @ } ^ • É , Á Á [ ^ Á [ | \ Å Á @ } Å • ä^Á @ Á | & É  
^ | ~ ç | Á á Á @ Á ^ Á

```
kh"*ENM)gxgpv"cpf"ENM"?")3)+"vjgpÁ
```

Á  
Y @ @ Á } Á Á | | & É • á^Á @ Á } ^ • Á [ ^ Á^\* | æ | Á^• Å Á Ö Á | | \* | æ { á^• ÉV @ Á | } á á } Á @ | ^ Á  
& } Á^Á } | æ á Á Å Å | & & @ } ^ á É á Á Å Å @ Á @ } ^ Á Å ç ^ Á Á^• Å Å^• Å æ Å^• Å Å } Á ÖSS + É | É Á Å & } É @ Á } ^ Á Å á^Á  
Ç @ Á } æ ç | Á^• | | { • Á @ Á } • ^ Á^• } & } Á Á^• | Á [ á^• ÉÁ

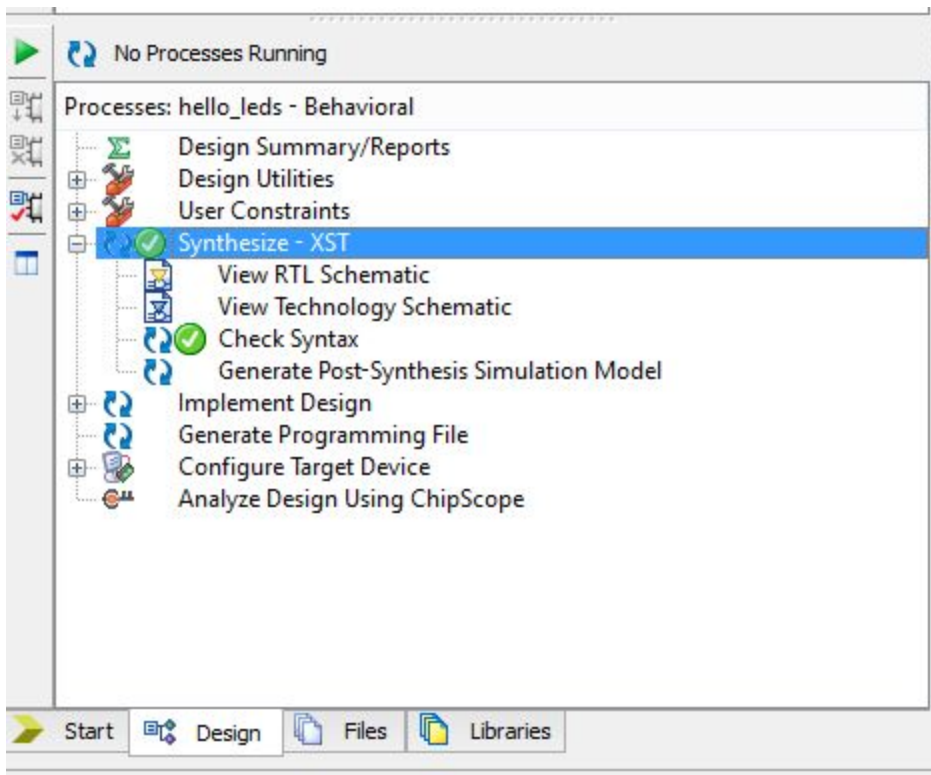
```
QWVRWV">?"uvfanqikeaxgevqt*PQV*PQV*wpukipgf*KPRWV+" -"  
72+/"42+" -"32+=Á
```

Á  
, | Á } | Á @ } ^ } ^ } @ | Á @ Á } æ Á ÖSS + Á } æ Á Ö Á • á^• Á @ Á [ | á Á @ } ^ } ^ • ç á Á^• Á  
% ç^• ç^• Á^• & ç^• Á^• } ç } æ ç [ ^ Á Á | ^ Á @ Á @ Á } á Á ^ ç ^ Á^• & ä^• Á^• } Å & & ^ Á } á Á  
@ Á } á Á | Á^• ç^• Å ç | Á^• Å^• ç^• Á^• Å^• Å^• Á @ Á Ö Ö ÉÁ

Á  
V @ | ^ Á^• Á [ Á^• Á^• } & } • Á^• á Á Å @ Á } ^ Á Å | á Á É Á • É | X S' c [ J V S j Y W c f f l } Å^• Á^• á Á  
~ } & } É | Á | ç^• Á @ } [ @ | Á } æ | ^ Á | g h X S' c [ J V S j Y W c f É V @ } É @ Á^• } & } Á | b g j | b Y X f | Á  
^ • á Á Å | ç^• Á @ } g h X S' c [ J V S j Y W c f Á @ Á | b g j | b Y X ^ | É Á^• Å^• á Á^• | ^ Å ç } Á Ö Á  
| | \* | æ á^• Å^• Å^• } | | { Á á } • } á Á^• á Á } • Á^• Á^• | | \* Å ç^• Å | É | Á Á^• á Á  
& | ç^• Á | Á } • á } ^ á É @ } É Á^• á Á Å } ç^• Á @ Á^• | ç | Á^• Á ç | | \* Å ç^• Å | É | @ Á @ Á  
• æ ^ Á^• | Á^• Á W U W + ÉÁ

Á

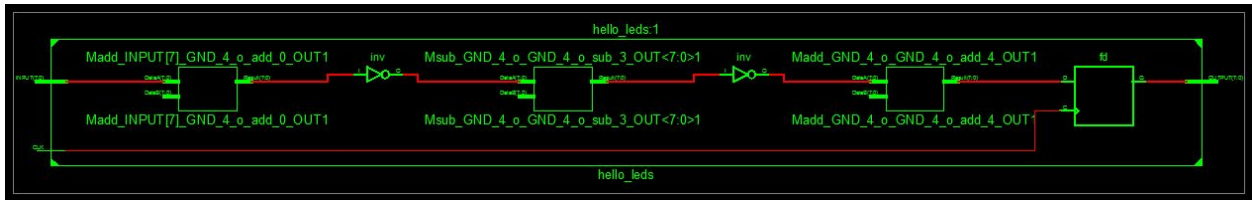
ÿ[~Á æÁ[ , Á[ Á@æÁ}áÁ^} @•ã^Á@Á&áÁ^Á[~à|^Á&á \*Á} Á@Á^} @•ã^Áá^Á  
áÁ@Á|| , á \*Á æ^Á



Á

Á

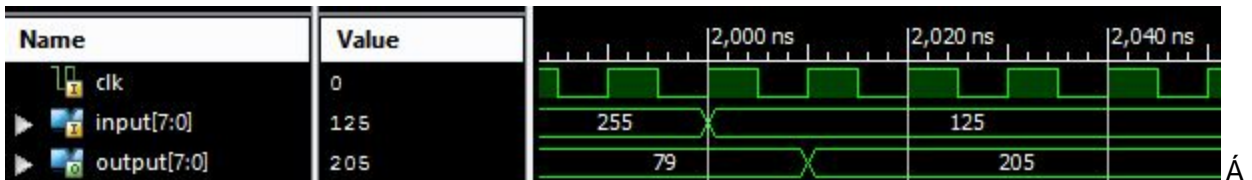
Öe!Á@æÁ[~Á&á[~à|^Á&á}Áá, ÁÜVŠÁ&@{æÁÁ} &~!æ^Á[~Á}á^Áæ}áÁ@Á  
ÜVŠÁæ!æ ÁáÁ@|||^Á@, Á[~!Á^á}Á æÁ&cá|^Á}ç^!cáÁÁ \*Á&áá[~Á@~|áÁ  
•^^Á{^c@ \*Á^Á@Á



Á

Á

ÿ[~Á&áÁç^}Á[ÁçÁ@Áá~|æá}Áá, ÁæááÁ[~à|^Á&á}Á@Á@|||^á^Á[~ÁçÁ}Áá  
•á~|æá}ÉQ|Á^cÁ[~Áá&ç^!ÁÜáÁ[|Á}Á[~!Á,}Áç[~Á&áÁ@Á&á}Áá}á^Áá||^Á^cÁ  
•á}á^Á&á|Á[~Á@~|áÁ^cÁ^~|cááæÁÁ@Á



Á

Á

V@Á[|~Á|^cÁ\*[[áÁ[~Á, [~|áÁ^æÉc}áÁá^áÁÁ[|~Á^Á[[~Á@Á]~cÁ&||^&ç^Á

Š[ ĸ^i d^ŕāĀđ Āō@ĀĀ^~ āāāĀ~ ĵ~ đĪŌ đĀ ħđ^ĀŸ [ ōĀ ] ^Ā^đĪŸ ħđ^ĀŸ [ ōĀ ĸ^ ] Ā& [ ħĀđ ĀāĪŸ [ đĪĀ āā & ĸ^iĀ @ Āĸ^i^Ā @ ĩđ đĪŌ ōĀ ĩĀ [ , ĪĪĪĪ āēē~ { Āō@ēĀ ĸ^i^ē@ \* Āā Āā ħĪĪ [ đ^Ā ] ĀĪ ĩĀāā Ā ē~ ĩĪ ĩā ĀĪ

Ā  
Š^ŵĀ Ā [ ĸ^ĀĀ ] ĀĀ ĸ^ Ā~ ĩō@ ĩĀāĪ } \* Ā [ ^ ĩĀāĀē } Āā āĀāāĀĀ [ { ĀĀ& ] • đāā ē Īō@ēĀĀ ĪĀĀ ā \* Ā & ] • đāā ē ĀĪ ĀĀ ħēē Āō@ĀĀĀ^~^ ħē ĀĀ Āō@ĀĀ } ~ ōĀ& [ & ĪĪĪ āĀĪ &āā } Ā& ] • đāā ē ĀĪ ĀāĀō@Āāēē ĀĀ ĩĪ &āā } • ĀĀ Āō@ĀĀ ā • ĀĀ } Āō@ĀŪŌĸĀē@ ĪĀ

Ā  
Ō [ āē@āāāā āĀ , āē@āāāā ĀĪ Āō@Āāā ] ĩ{ ^ } ēēē } Āĸā , ĩĀĀ [ đ^Ā ĀĪĪ ĀĪĪā ĩĪāā } Āĸā , ħĪĪ , Ā ĩŵĀāāāĀ [ { ĀĀā ā \* Ā& ] • đāā ē ĪĪ@ ĩĀāāĀĀ āĀ^ Ā ēē•ĀĪ āā [ Āō@ēĪēē āĀĪĪ ] & ĩĪēĀĀ [ đ^Ā Ā Āĸ^ ] ĩĪāāā^ ĩĪ ĀĀ [ •• āāāāā ĪĀĀĸ^i^ ĀĀ ĀēēĀĀ , āēāāĀđ ĀĀ { āē~āĪ ĀāāāĀāē ĀĪēē } ĀĀ & ] • đāā ē ĀĀĀĀ Āō@ĀĀ [ ĩ• ] āēāāāā āāēēāāēē [ ĩĪ ĩĪĀēē Āēē ] ĀĀēēāēē } ĸ^ ĩĪāĀĀ

Ā

SÓUĀĀOQPĀĀÚSRŽSÓUĀKĀĀOQPĀĪĀ
ÚØRÓUŠŌOĀÚÚŽOQPAKĀŠŌPØŠĒĀĀOQPĀĀFĒĀ^bĀŌØŌDĀĪēĀĀĪĀ
ØSUĀĀĀØSSŪŮŸeŸĀĀÚSRĀKĀĀØSŽ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĪĀ
ØSUĀĀĀØSSŪŮŸFŸĀĀÚSRĀKĀĀØSŽ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĪĀ
ØSUĀĀĀØSSŪŮŸGŸĀĀÚSRĀKĀĀØSŽ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĪĀ
ØSUĀĀĀØSSŪŮŸHŸĀĀÚSRĀKĀĀØSŽ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĪĀ
ØSUĀĀĀØSSŪŮŸIŸĀĀÚSRĀKĀĀØSŽ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĪĀ
ØSUĀĀĀØSSŪŮŸJŸĀĀÚSRĀKĀĀØSŽ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĪĀ
ØSUĀĀĀØSSŪŮŸKŸĀĀÚSRĀKĀĀØSŽ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĪĀ
ÚØRŌŌPŠĀĀØSŽ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĀŠŌŌUŌŪĀKĀØSĀFĒĀ^bĀŪNQØĒĀFĒĀ^bĀŪŌŌŠPŌĀĀOQPĀĀPØUØSŌĪĀ
ØSUĀĀĀŠŪŮŸeŸĀĀÚSRĀKĀĀŠŪŮŸ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĪĀ
ØSUĀĀĀŠŪŮŸFŸĀĀÚSRĀKĀĀŠŪŮŸ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĪĀ
ØSUĀĀĀŠŪŮŸGŸĀĀÚSRĀKĀĀŠŪŮŸ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĪĀ
ØSUĀĀĀŠŪŮŸHŸĀĀÚSRĀKĀĀŠŪŮŸ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĪĀ
ØSUĀĀĀŠŪŮŸIŸĀĀÚSRĀKĀĀŠŪŮŸ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĪĀ
ØSUĀĀĀŠŪŮŸJŸĀĀÚSRĀKĀĀŠŪŮŸ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĪĀ
ØSUĀĀĀŠŪŮŸKŸĀĀÚSRĀKĀĀŠŪŮŸ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĪĀ
ÚØRŌŌPŠĀĀŠŪŮŸ\↔↑æŽ&ā~   *ĀĀŠŌŌUŌŪĀKĀŠŪŮŸĀFĒĀ^bĀŪŌŪŌPĀĀOQPĀĪĀ
Ā
SÓUĀĀØSSŪŮŸIŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸHŸĀĀQŠŌĀKĀPFĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸGŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸFŸĀĀQŠŌĀKĀSFĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸeŸĀĀQŠŌĀKĀPFĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸFŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸGŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸHŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸIŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸJŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸKŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸLŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸMŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸNŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸOŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸPŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸQŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸRŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸSŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸTŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸUŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸVŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸWŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸXŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸYŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
SÓUĀĀØSSŪŮŸZŸĀĀQŠŌĀKĀSGĪĀ
••
Ā



hello_leds Project Status (03/07/2018 - 19:25:17)	
Parser Errors:	No Errors
Implementation State:	Placed and Routed
• Errors:	No Errors
• Warnings:	2 Warnings (2 new, 0 filtered)
• Routing Results:	All Signals Completely Routed
• Timing Constraints:	X 1 Failing Constraint
• Final Timing Score:	7250 <a href="#">(Timing Report)</a>

Á

V@!^Á ÁÁää \* Á& } • dää dÄ } ^Á@eÁÜÖÁ& |ä} qÁ ^Á dÄY [ ~ Á& Á&|Á Á } Á@ Á& \ Á Á ^Á Á cääd Á  
 , @ää Á@Á [ [ Á&e • ^Áä ~ ÁÜ&e Á Á||Á [ ~ Á äQ ~ ÁcÁ [ ~ àÁ@eÁ& Á&e • ^ÁÁ Á@Á [ [ | Á | äc } Á  
 XPOŠÁ& ä^Ä [ Á ~ } • ^ÁÜä:æ \* ^ÁÁ [ ~ Á q Á@ Ä Á @ , Á cääd Á@ , Á [ ~ Á @ ~ |äÁ [ cÄ | ä Á PÖŠÁ  
 & ä^Ä [ , Ä^c Á ^Á@ , Á Á [ |ç Á@ & } • dää dÄ | | à^ { Ä

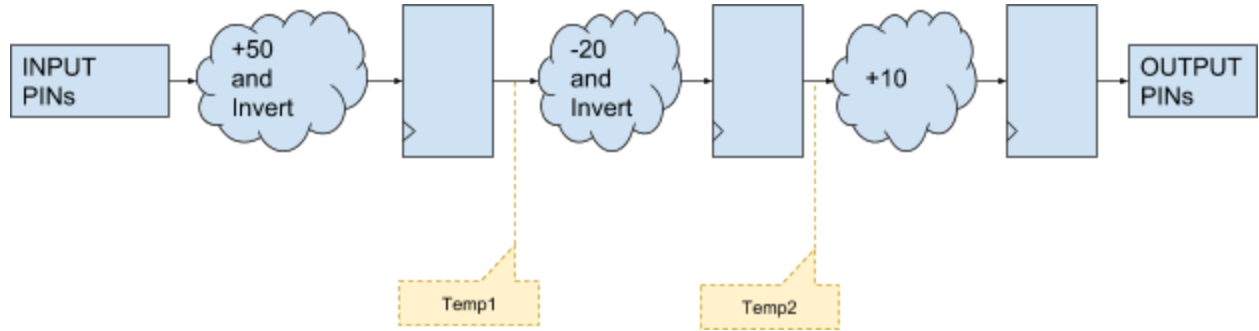
Á  
 ÖÄ [ | cÄ } Á [ ~ |äÁ^Á Á^ä ~ & Á@ &| & Á^ ~ ^ } & Á } dÄ ^Á ^Á cää } • dää • ÄÖ ~ Á@ää Áä ^ Á  
 äÄ [ | cÄ } ÄQ Á&e Á^ • | :cÄ @ } Áç^ | cÄ \* Á • ^Áä • ÄÖÄ^cÄ [ | cÄ } Á [ ~ |äÁ^Á Á&| Á& ^Á@ Á  
 ä^ä } ÄQ • cää Á - Á^ | : { ä \* Á@ Á ] ^ | ää } Á Á&| & Á& & Ä^ | : { Á& Á& | Á&| & Á& & ^ • Ä

Á  
 Š^c Á ^Á@ , Á@ &| ~ |äÁ^Á ä^ä Á PÖŠÁ  
 Á

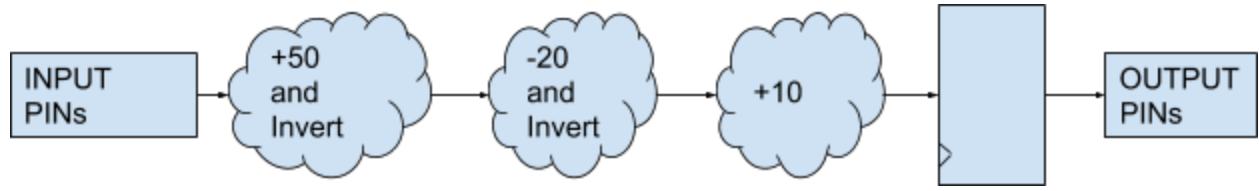
```

æ^\↔\ ]Áää→~Ž→æäbÄ↔bÄ
ÁÁÁÁ$~ä\ÁçÁOQPÁiÄ↔^ÁÁUÚÉŽQŠÖØiÄ
ÁÁÁÁÁÁÁÁÁÁÁÁØSSÛÚÁiÄ↔^ÁÁUÚÉŽQŠÖØÖŽÛÖÓÚŠPÁçíÄä~}^~Á€DÌÄ
ÁÁÁÁÁÁÁÁÁÁÁÁŠÛÛÛÚÁiÄ~|\ÁÁUÚÉŽQŠÖØÖŽÛÖÓÚŠPÁçíÄä~}^~Á€DDÌÄ
æ^äÁää→~Ž→æäbÌÄ
Á
ää´ä↔\æ´\ | äæÄÑæää {↔~ää→Ä~àÄää→~Ž→æäbÄ↔bÄ
ukipcn"vgor3"<"wpukipgf*9"fqypvq"2+=""
ukipcn"vgor4"<"wpukipgf*9"fqypvq"2+=""
ää&↔^Ä
Á
  ↑ ]Ž*ä~´æbbÁiÄ*ä~´æbbçOQPDÄÄ
Á
  äää↔^Ä
  Ä
  ↔ääçOQPCæ{æ^\Áá^äÁOQPÁKÁCFCDÄ\ää^Á
  vgor3">?"PQV*wpukipgf*KPRWV+"-"72+=""
  vgor4">?"PQV*vgor3"/"42+=""
  QWVRWV">?"uvfanqikeaxgevqt*vgor4"-"32+=""
  æ^äÄ↔äÌÄ
  Ä
  æ^äÄ*ä~´æbbÌÄ
  Á
  æ^äÄÑæää {↔~ää→Ì"
  
```

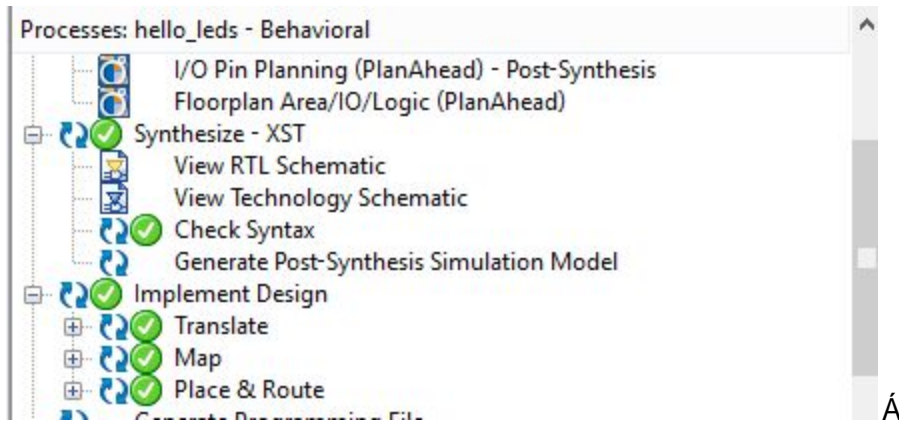
V@Áj ^•Á@Á@Á \* ^áÁq &Á@Áe d'•á } Á Á@Á&[ á^Áe^ÁÁ Ávc XÉY[ ~ dÁ[ cÁÁ@Á ^Á@Á  
 aaá^áÁc [ Áä } áÁ~ •^•D&^áÁc { ] FÁq áÁc { ] GÁQ[ ÉÁ@Á' } &á } Á&áááÁÁ Á@Á [ á^|Á  
 , ae Á![\^} Áq d Á^Ác!áÁc' •ÉV@^^Ác' •Á&c' áÁ^ ÉV@Á&[ á^Áeá[ c^Á& Á^ÁÁæ } Áe Á@Á  
 {||, á \* ÁÜVÁáá!æ Á @|^Á@Á@^^Ác' •Á& Á^Á&|^á Á^^} ÉÁ  
 Á



Á  
 V@Á&c c ^ÁÁ ~ &Á [|^Á-áá] ÉÁ Á ] ] [•^áÁ Á~ |Áá •ÉÁe ^áÁ^•á } ÁÁ  
 Á

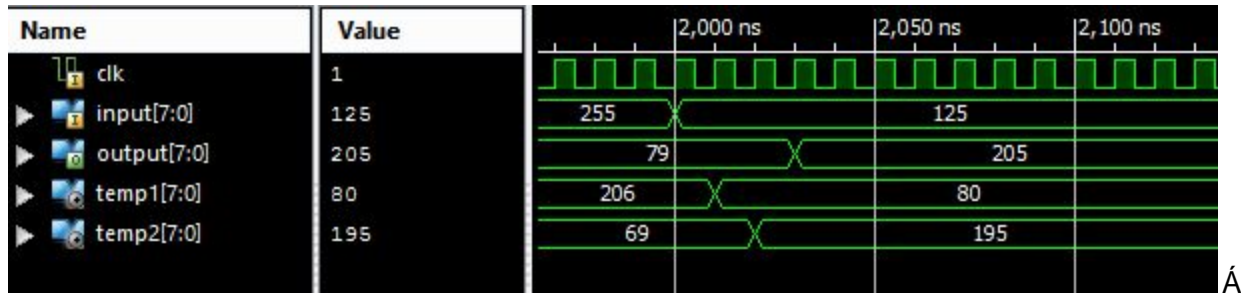


Á  
 Ü~}}á \* Á@ÁQ ]|^ ^) oÁ^•á } +Ác' Á&e áÁ [~ Á[ cÁÁÁÁ^, ÁcQ \* ÉÁÁ•ÉÁ@Á |æ&Áe áÁ[~c'Á  
 i~}•Á~ &&••~|| Áe Á•^^} Áq ÁcÁq ae ^Á^||, ÉÁ~c'q [ Á[~ dÁ[ cÁÁ@ÁÁ Á' } Á~ &Á~ &Á  
 -e c'ÉV@ÁÁ [ ] { ÉÁ^&e ^ÁÁq^o||Á^•á } ^á+XPÖSÁ| á^Á& Á^ÁÁæ áÁ Á ]|^ ^) c'áÉÁ} Á@Á  
 [c@|^Á@Á áÉÁÁáÁ^•á } ÁcÁ^•ÁÁ [ c' Á~|:c'q áÁ ] | &••á \* Á [ , ^ÁÁe ÁÜÖÁá•Á q|q }•Á Á  
 & { áá eá } •Á Á |æ^ ^) oÁe áÁ[~ c' \* Á@Á [~ |áÁ ^^Á@Á& } •dæ c'Á@Á [~ Á^á ^áÉÁ  
 Á



Á

Qj aĥ Ē[ ^ Á&Á Á } Á@Á ā ~ |æĥ } Áæ æĥ Ēæĥ áĀ [ c& Á@æĥ ^ Á ^ Á c&Á Á@Á æĥ ^ Á ~ d ~ Áĥ !Á @@Á æĥ ^ Áĥ } ~ Áĥ [ ^ Á&Á Áæĥ [ Á ^ Á@æĥ Á c } ^ &c áĒ@ Á ^ , Áĥ á ^ Áĥ d[ ä ~ & áĀ [ { ^ Áæĥ } & KÁÁ c& ^ Áĥ [ & & & ^ Áĥ !Á@Á ^ ~ |Áĥ Áĥ ] ^ æĥ } Á@Á ÚVVÚWĀ [ !cĒ



Á

## Conclusion

V @ Áĥ } &ĥ á ^ Á@Á Ē [ \ Á ä ~ Áæĥ Á ĥ • Á@Á ^ á } ā \* Ā Ā Ā [ ~ !Áĥ ~ !} ^ Áĥ Á@Á [ ! !áĥ ÁÚŮŐĒ Ē X ^ Ā Á [ ! ] Ē [ ~ d | Á@æĥ Áĥ Áĥ ] cĥ ^ Á ^ æ & @ \* Áĥ áĀ æ } ā \* Á@ \* • Áĥ ^ KÁ

Y ! āĥ \* Áæĥ • Áĥ } & @Á

W, á ^ Á • cĥ āĥ \* Á@Á ä ^ ! ^ } & Áĥ ^ c, ^ ^ } Áĥ @æĥ | æĥ ā ~ |æĥ } Áĥ á Ú [ • Áĥ | æĥ ĒĒ áĒ [ ~ cĀ • ā ~ |æĥ } Á

Á

Q. @ ~ |áĥ cĥ !Á@ĥ ^ Áæĥ } ^ & • Áĥ Áæĥ [ { ā \* Áĥ à [ \ Ēæĥ áĥĥ [ Áĥ ä ~ • Á@Á ] ! & • Áĥ Áĥ |æĥ ā \* Á@Á • & @ { æĥ Áĥ !Áĥ ~ !Áĥ ^ cĥ ÁÚŮŐĒ [ æĥ áĒ

Á

Á

## About the author



### **Ibrahim KAMAL, CEO at Ikalogic.**

Growing up in Egypt and France gave Ibrahim a deep sense of multiculturalism. After obtaining his Bsc of Mechatronics Engineering in Egypt (2007) and master degree in France (2009), he worked as CTO of an IOT Start-up before founding Ikalogic in 2010.

Ibrahim has always been fond of self-education. In his young age, his passion to programming and electronics drove him to learn as much programming languages as he could.

By creating Ikalogic, Ibrahim wants to empower engineers around the globe with tools that unleash their creativity.

Contact the author: [i.kamal@ikalogic.com](mailto:i.kamal@ikalogic.com)

Á