**İLK SW YÖNERGESİNİN YÜRÜTMESİ:**

İlk olarak GPIO Etkinleştirme Yazmacına 0x0000FFFF değerini yazan ilk sw yönergesinin yürütmesini çözümlüyoruz.

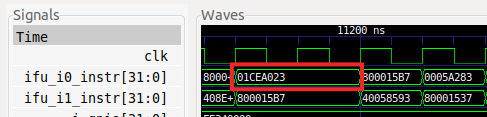
* Çevirici yönergesi: **sw t3,0(t4)**
* Makine yönergesi:  **0x01cea023**

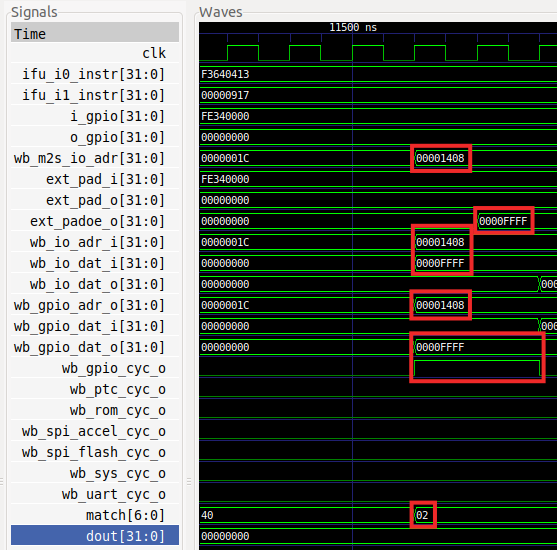
Zaman aralığını 11100ns-11800ns’a ayarla 

Depolama yönergesi (**0x01cea023**) 11200ns’a yakın getirilir, sinyal *ifu\_i0\_instr’da* (Figür 1’e göz at) gösterildiği gibi. Sinyal ön eki yönerge getirme ünitesinin bir parçası olduğunu gösteriyor (*ifu*). 2-yönlü süperskaler işlemcinin 0 yönünde (\_*i0*), sinyal ise getirilen yönerge (*\_instr*).

Birkaç dönümden sonra (bu dönümlerde yönerge CPU’da çözülür, yürütülür...), yazma isteği I/O sistemine gönderilir, Figür 1’de gösterildiği gibi. 11500ns’a yakın bir yerde:

* CPU yazılacak adresi (*wb\_m2s\_io\_adr*=0x00001408) Wishbone veri yoluyla gönderir. Bu adres şu sinyalle çoklayıcıya sağlanır *wb\_io\_adr\_i*=0x00001408.
* 0x00001408 adresi tabanında çoklayıcı GPIO kölesini seçer (*match = 0000010* and *wb\_gpio\_cyc\_0*=1), bütün sinyallerini CPU’yla bağlanan Wishbone veri yoluna bağlar. Yani:
  + **wb\_gpio\_dat\_o = wb\_io\_dat\_i = 0x0000FFFF** (GPIO’ya depolama yönergesinde sağlanan değer)
  + **wb\_gpio\_adr\_o = wb\_io\_adr\_i = 0x00001408** (Etkinleştirme yazmaçına denk gelen, GPIO’ya sağlanmış adres).
  + Son olarak, çoklayıcı seçimini yaptıktan 1 dönüm sonra, Etkinleştirme Yazmacı (*ext\_padoe\_o*) depolamada sağlanan değerle güncellenir: **ext\_padoe\_o=0x0000FFFF**.





Figür 1. Etkinleştirme Yazmacına yazmanın simülasyonu

**LW YÖNERGESİNİN YÜRÜTMESİ:**

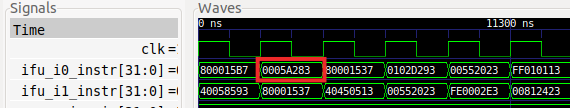
Anahtarların değerini okuyan lw yönergesinin yürütmesini çözümlüyoruz.

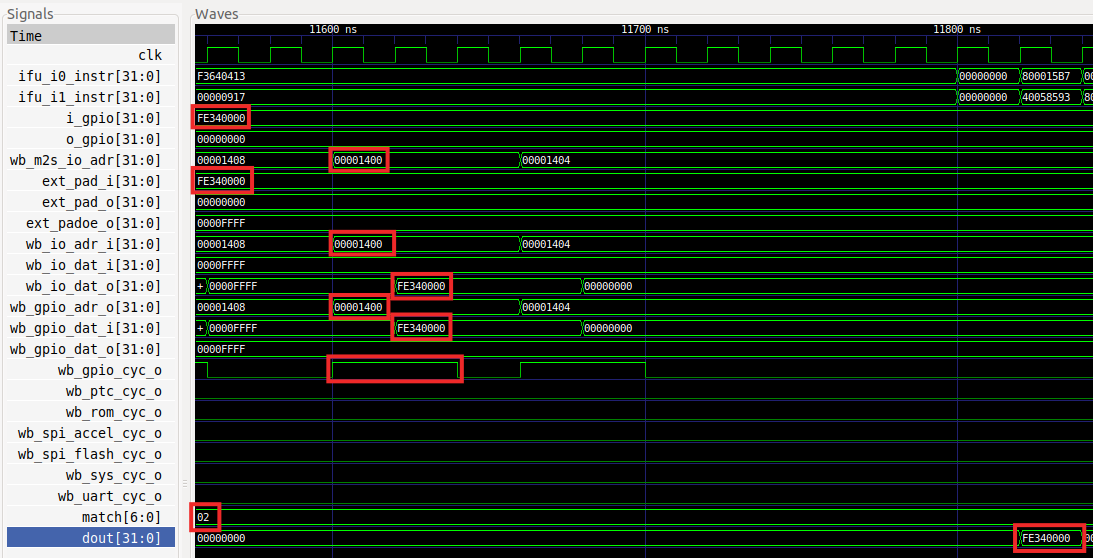
* Çevirici yönergesi: **lw t0,0(a1)**
* Makine yönergesi:  **0x0005a283**

Zaman aralığını 11100ns-12000ns’a ayarla. Yükleme yönergesi (**0x0005a283**) *ifu\_i0\_instr’da* 11200ns’a yakın getirilir (Figür 2’ye göz at).

Birkaç dönüm sonra (bu dönümlerde yönerge CPU’da çözülür, yürütülür), okuma isteği I/O sistemine gönderilir. Yani,

* Anahtarların değeri GPIO modülüne *i\_gpio* ile *ext\_pad\_i* (Figür 2’den kodu inceleyebilirsin) sinyalleri üzerinden sağlanır. Figürden testbench’te anahtarlar için simülasyonu yapılan değerin 0xFE34 olduğunu doğrulayabilirsin, ki bu *i\_gpio[31:16]* ile *ext\_pad\_i[31:16]* sinyallerinde barındırılan değerdir.
* CPU yazılacak adresi (*wb\_m2s\_io\_adr*=0x80001400) Wishbone veri yolu üzerinden yollar. Adres çoklayıcıya *wb\_io\_adr\_i*=0x80001400 sinyaliyle sağlanır.
* 0x00001400 adresi tabanında çoklayıcı GPIO kölesini seçer (*match = 0000010* ile *wb\_gpio\_cyc\_0*=1), bütün sinyallerini CPU’yla bağlanan Wishbone veri yoluna bağlar. Özellikle, simülasyonda, şunu görebilirsin:
  + **wb\_io\_dat\_o = wb\_gpio\_dat\_i = 0xFE340000** (GPIO’nun yükleme yönergesine sağladığı değer).
  + **wb\_gpio\_adr\_o = wb\_io\_adr\_i = 0x00001400** (GPIO’ya sağlanan, okuma yazmacına denk gelen, adres).
* Sonda, önemli olarak, birkaç dönüm sonra, yazmaç t0 (simülasyonda *dout* sinyali) anahtarlardan okunan değerle güncellenir: **dout[31:16]=0xFE34**.





Figür 2. Anahatalrın okunmasının simülasyonu

**İKİNCİ SW YÖNERGESİNİN YÜRÜTMESİ:**

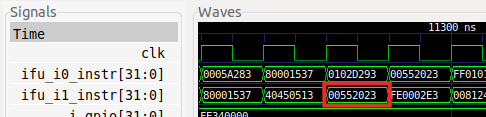
Son olarak LED değerlerini ayarlayanikinci sw yönergesinin yürütmesini çözümlüyoruz.

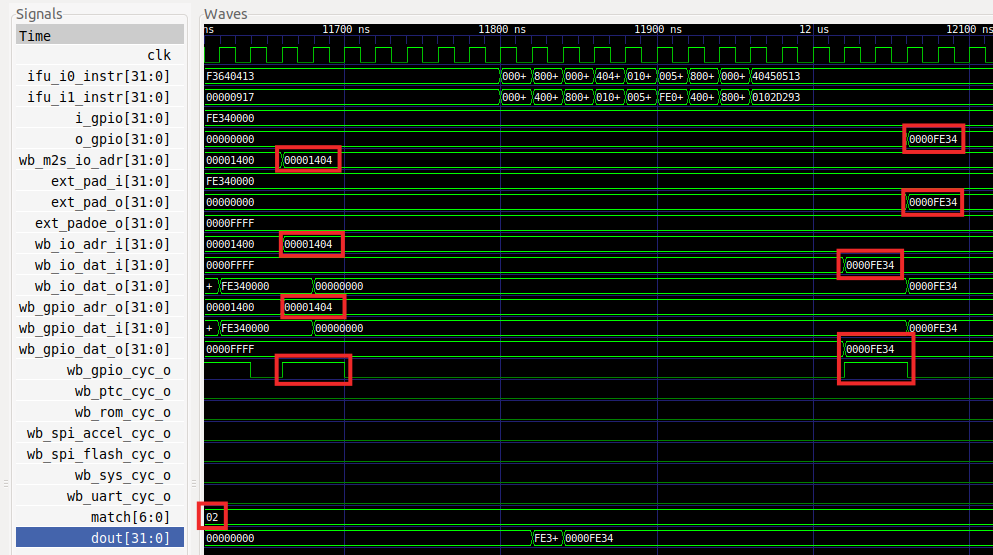
* Çevirici yönergesi: **sw t0,0(a0)**
* Makine yönergesi:  **0x00552023**

Zaman aralığını 11200ns-12300ns’a ayarla. Depolama yönergesi (**0x00552023**) *ifu\_i1\_instr’da* 11300ns’a yakın getirilir (Figür 3’e göz at).

Birkaç dönüm sonra (bu dönümler sırasında yönerge CPU’da çözülüp yürütülür), yazma isteği I/O sistemine yollanır. Şu adımların kılavuzluğunda Figür 3’ü çözümle:

* CPU, Wishbone veri yolu üzerinden yazılacak adresi (*wb\_m2s\_io\_adr*=0x80001404) yollar. Adres çoklayıcıya şu sinyalden sağlanır *wb\_io\_adr\_i*=0x80001404.
* 0x00001404 tabanında çoklayıcı GPIO kölesini seçer (*match = 0000010* ile *wb\_gpio\_cyc\_0*=1), bütün sinyallerini CPU’yla bağlanan Wishbone veri yoluna bağlar. Yani:
  + **wb\_gpio\_dat\_o = wb\_io\_dat\_i = 0x0000FE34** (GPIO’ya depolama yönergesiyle sağlanan değer)
  + **wb\_gpio\_adr\_o = wb\_io\_adr\_i = 0x00001404** (GPIO’ya sağlanan, etkinleştirme yazmacına denk gelen, adres).
  + Son olarak, çoklayıcı seçimini yaptıktan 1 dönüm sonra, *ext\_pad\_o* depolamayla sağlanan değerle güncellenir: **ext\_padoe\_o=0x0000FE34**. O değer LEDlere sşu sinyalle sağlanır **o\_gpio=0x0000FE34**.





Figür 3. LEDlere yazmanın simülasyonu