

等 別：高等考試

類 科：專利師（選試專業英文及計算機結構）、專利師（選試專業日文及計算機結構）

科 目：計算機結構

考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞、數理公式或圖表外，應使用本國文字作答。

一、一般用途 (general-purpose) 計算機是我們日常最常使用的計算機型式，而其中最為人熟悉的就是桌上型電腦或筆記型電腦。其中央處理器 (central processing unit, 簡稱 CPU) 主要有兩種依循的設計概念：複雜指令集計算機 (complex instruction set computer, 簡稱 CISC)，以及精簡指令集計算機 (reduced instruction set computer, 簡稱 RISC)。

(一)試舉出複雜指令集計算機的主要優良特性其中二項。(5 分)

(二)試逐項條列上述二項優良特性分別會帶給設計者或使用者的什麼益處 (針對每項優良特性，至少列出二項正確的益處即可；如有必要，可以加上簡要的說明文字)。(5 分)

(三)試舉出精簡指令集計算機的主要優良特性其中二項。(5 分)

(四)試逐項條列上述二項優良特性分別會帶給設計者或使用者的什麼益處 (針對每項優良特性，至少列出二項正確的益處即可；如有必要，可以加上簡要的說明文字)。(5 分)

二、一計算機中的處理器在無管道化的設計時執行一道指令平均需時 0.8 ns (奈秒)。設此計算機的指令集架構可將處理器管道化 (pipelined) 成在五階的管道中執行指令，使每道指令應可於通過五個管道階的所需時間 1.0 ns 完成。則相較於未管道化時，

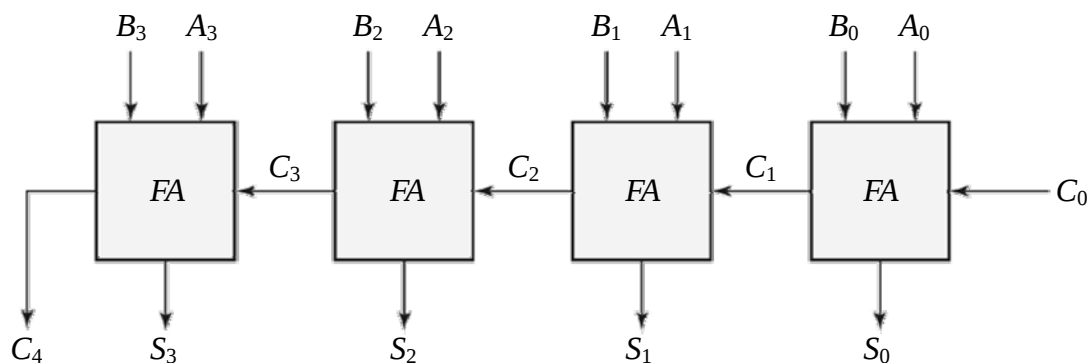
(一)執行一、五、十、百道指令時，分別可預期獲得何等加速性？(5 分)

(二)理想情況下的加速性是多少？(5 分)

(三)若程式中需執行的指令數可視為無限，但是為了避免管道危害 (pipeline hazards)，其中 20% 的指令需耗時 1.5 個管道的時脈週期、30% 的指令需耗時 2.0 個管道的時脈週期、其餘的指令則需耗時 1.0 個管道的時脈週期時，其加速性又是多少？(5 分)

(四)承上題，若此時仍欲獲得前述理想情況下的加速性，則處理器的時脈週期應為若干？(5 分)

三、已知一四位元的加法器設計如下圖所示：



其中 FA 代表 full adder，中文是全加器。

- (一)說明圖中全加器的定義，並繪製其真值表 (truth table)。(6 分)
- (二)以一控制訊號 $OP = 0$ 代表進行加法、 $OP = 1$ 代表進行減法，將此加法器修改成加減法器。(6 分)
- (三)以 2 的補數形式進行加減法時，與運算相關的旗標一般共有四個，分別用以代表運算結果是否有進位/借位、是否有滿溢、是否為負值、以及是否為 0。試分別列出欲在上圖中求出這四個旗標應使用的布林式 (Boolean equations)。(8 分)

四、一般用途 (general-purpose) 計算機的中央處理器 (central processing unit, 簡稱 CPU) 目前主要依循的設計方向是採用精簡指令集計算機 (reduced instruction set computer, 簡稱 RISC) 的概念，目的即是有利於管道化的處理器設計。一般管道中可以分成指令擷取、指令解碼、執行、記憶體存取以及結果寫回五個管道階段。試分別列出精簡指令集計算機特性中，有利於各管道階的最主要者一項，並作必要說明：

- (一)有利於指令擷取者。(4 分)
- (二)有利於指令解碼者。(4 分)
- (三)有利於執行者。(4 分)
- (四)有利於記憶體存取者。(4 分)
- (五)有利於結果寫回者。(4 分)

- 五、假設計算機程式允許使用 32 個位元來定址位元組大小的記憶體位置，作業系統允許的頁（page）大小是 2 KB（K 代表 2^{10} ，B 代表位元組），主記憶體或稱實體記憶體（physical memory）的大小是 512 MB（M 代表 2^{20} ）時，
- (一) 頁表（page table）內應包含多少個項次（entries）？（4 分）
 - (二) 以位元組定址的實體位址（physical address）應包含多少個位元？（4 分）
 - (三) 在主記憶體中標示頁框（page frame）的位置最少需使用多少個位元？（4 分）
 - (四) 程式執行時，其所發出的記憶體位址稱為何種位址？（4 分）
 - (五) 以條列式詳述程式由中央處理器（CPU）發出記憶體位址起、至該記憶體位置的存取動作完成（假設不會發生頁錯誤 page fault）之間的所有過程。說明中應盡可能使用題目中提到（或未提到）的相關專業術語。（4 分）