

CORSO DI FORMAZIONE AVANZATA DI PROGRAMMAZIONE SU COMPUTER QUANTISTICI IBM IN CLOUD

Seconda Edizione

giugno - novembre 2021

Modalita' Telematica

```
from qiskit import QuantumRegister, ClassicalRegister
from qiskit import QuantumCircuit, execute, Aer, IBMQ
from qiskit.providers.aer import noise

# Choose a real device to simulate
IBMQ.load_account()
provider = IBMQ.get_provider(hub='ibm-q')
device = provider.get_backend('ibmq_16_melbourne')
properties = device.properties()
coupling_map = device.configuration().coupling_map

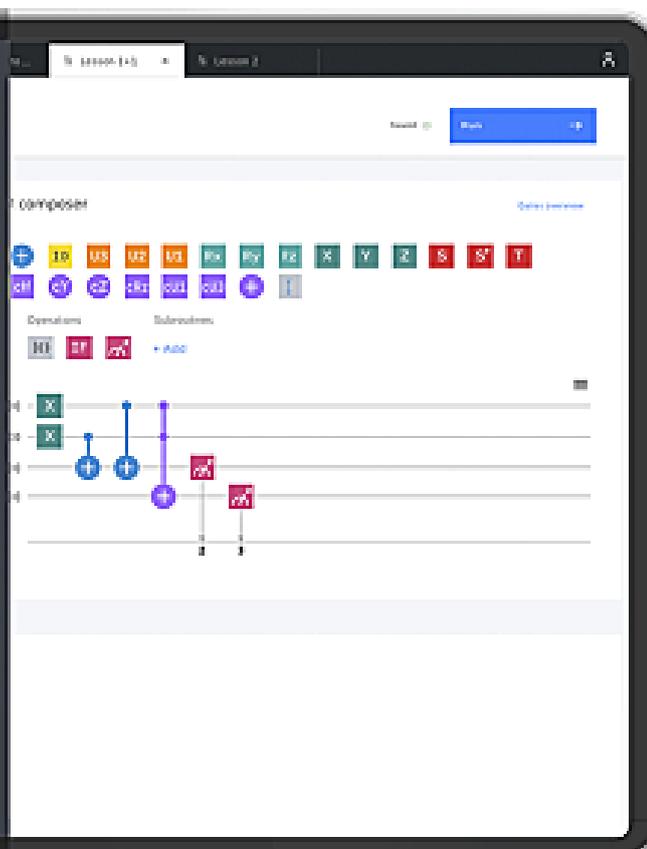
# Generate an Aer noise model for device
noise_model = noise.device.basic_device_noise_model(properties)
basis_gates = noise_model.basis_gates

# Generate a quantum circuit
q = QuantumRegister(2)
c = ClassicalRegister(2)
qc = QuantumCircuit(q, c)

qc.h(q[0])
qc.cx(q[0], q[1])
qc.measure(q, c)

# Perform noisy simulation
backend = Aer.get_backend('aer_simulator')
job_sim = execute(qc, backend,
                  coupling_map=coupling_map,
                  noise_model=noise_model,
                  basis_gates=basis_gates)
sim_result = job_sim.result()

print(sim_result.get_counts(qc))
```



OBIETTIVI E PROGRAMMA DEL CORSO

Il Corso proposto ha l'obiettivo di formare Università e Centri di Ricerca alla programmazione di computer quantistici tramite l'utilizzo del framework opensource Qiskit (Quantum Information Software Kit) sviluppato da IBM. Durante il Corso i partecipanti impareranno a usare lo strumento di programmazione grafica Circuit Composer e i pacchetti Qiskit per Python inviando i loro programmi via cloud a computer quantistici reali messi a disposizione sulla piattaforma IBM Quantum Experience. Infine, ai partecipanti sarà mostrato come sia possibile eseguire alcuni algoritmi quantistici noti in letteratura in vari ambiti tra cui quello dell'intelligenza artificiale.

PROGRAMMA

Il Corso si svolgerà su 13 appuntamenti di 2 ore ciascuno e tratterà i seguenti argomenti:

- Introduzione alla IBM Quantum Experience
- Circuit Composer – Creare un circuito quantistico
- Creare circuiti quantistici usando Quantum Lab Notebooks
- I principi del Quantum Computing
- Il Bit quantistico (Qubit)
- Introduzione ai gate logici quantistici
- Introduzione a Qiskit (Quantum Information Software Kit) e alle sue principali componenti
- Programmare usando Qiskit Terra,
- Gestire e ottimizzare i circuiti quantistici
- Eseguire circuiti usando Qiskit Aer
- Mitigare gli errori quantistici usando Ignis
- Introduzione alle librerie quantistiche di Qiskit Aqua
- Introduzione agli algoritmi quantistici
- Applicazioni degli algoritmi quantistici

Sarà erogato online con l'utilizzo, via cloud, di simulatori e computer quantistici reali IBM da 5 e 16 qubit tramite i pacchetti Qiskit per Python e l'interfaccia grafica di IBM Quantum Experience.

Seminari di approfondimento: al termine del Corso saranno organizzati due seminari di approfondimento su alcuni argomenti complementari o avanzati, in coerenza con il percorso didattico. I seminari avranno la durata di un'ora.

Il Corso tiene conto delle richieste pervenute al gruppo ICT della CRUI durante gli innumerevoli webinar e incontri tenuti negli ultimi anni. I [membri del gruppo ICT](#) assicurano la propria presenza durante tutto il percorso formativo con l'obiettivo di monitorare proattivamente l'attività didattica e supportare i partecipanti

DESTINATARI

Il Corso è destinato alla comunità accademica e di ricerca, inclusi professori, ricercatori e studenti, interessati al Quantum Computing, in particolare alla programmazione attraverso Qiskit, a partire dalla manipolazione dei qubit fino alle applicazioni.

I partecipanti dovranno possedere determinati prerequisiti base, riportati di seguito. Si propongono, inoltre, delle letture estremamente introduttive per chi non avesse familiarità con i concetti. Comunque, durante lo svolgimento del Corso, alcuni di questi aspetti saranno richiamati e i Relatori saranno disponibili a supportare, eventualmente anche offline, eventuali necessità di approfondimento da parte dei partecipanti che non avessero le competenze pregresse.

Numeri complessi. Operazioni, coniugato, notazione di Eulero e notazione polare.

Riferimenti:

https://it.wikipedia.org/wiki/Numero_complesso

https://it.wikipedia.org/wiki/Rappresentazione_dei_numeri_complessi

Algebra lineare. Nozioni di base di algebra lineare (vettori, matrici, combinazioni lineari, matrice aggiunta, matrice unitaria, prodotto interno, autovalori e autovettori).

Si raccomanda a tutti la lettura preventiva del materiale presente al seguente link, anche per prendere confidenza con le notazioni solitamente usate nel campo del quantum computing:

https://qiskit.org/textbook/ch-appendix/linear_algebra.html

Python. Sintassi: tipi, istruzioni base, cicli, funzioni e argomenti.

Del tutorial di Python si consiglia la lettura dei capitoli 1, 2, 3, 4, 5:

<https://docs.python.org/3/tutorial/index.html>

Infine, potrebbe essere utile conoscere le funzionalità del pacchetto numpy e matplotlib.

In fase di iscrizione è possibile scegliere la classe che seguirà l'orario del mattino (10:30 – 12:30) oppure la classe che seguirà l'orario del pomeriggio (14:30 – 16:30), con l'**eccezione del primo incontro** e dei **seminari**, che si svolgeranno in sessione plenaria.

	DATA	ORARIO	TITOLO
1	25/06/21	10.30-12.30	Introduzione al Quantum computing: concetti generali, roadmap IBM, use case; la piattaforma IBM
2	02/07/21	10.30-12.30 / 14.30-16.30	Definizione di qubit e operazioni elementari; sovrapposizione e misura
3	09/07/21	10.30-12.30 / 14.30-16.30	Operazioni con più qubit: entanglement, universalità, reversibilità
4	16/07/21	10.30-12.30 / 14.30-16.30	Algoritmo di Bernstein-Vazirani; la nozione di complessità dell'algoritmo e il quantum speedup
5	23/07/21	10.30-12.30 / 14.30-16.30	Rumore, simulatori, esecuzione su hardware reale
SOSPENSIONE			
6	03/09/21	10.30-12.30 / 14.30-16.30	Transpiler, topologia Algoritmi: Quantum Fourier Transform
7	10/09/21	10.30-12.30 / 14.30-16.30	Algoritmo di Shor
8	17/09/21	10.30-12.30 / 14.30-16.30	Algoritmo di Quantum Phase Estimation; Grover

	DATA	ORARIO	TITOLO
9	24/09/21	10.30-12.30 / 14.30-16.30	Applicazioni nel finance Algoritmi ibridi: qGAN per il caricamento di distribuzioni
10	01/10/21	10.30-12.30 / 14.30-16.30	Algoritmi per la data science
11	08/10/21	10.30-12.30 / 14.30-16.30	Applicazioni alla fisica: ricerca di ground state di sistemi della materia condensata tramite VQE
12	15/10/21	10.30-12.30/ 14.30-16.30	Conclusione sugli algoritmi
13	22/10/21	10.30-12.30 / 14.30-16.30	Mitigazione e correzione degli errori
14	29/10/21	(da confermare)	2 Seminari di 1 ora ciascuno

ATTENZIONE

- i titoli delle lezioni sono indicativi e potranno essere soggetti ad affinamento;
- non è possibile scegliere l'orario mattutino o pomeridiano per singoli giorni.



Gabriele Agliardi

Laureato in Matematica all'Università degli Studi di Milano, con un percorso in analisi matematica, sono poi entrato in IBM nella divisione IBM Services, dove mi sono occupato di accompagnare i clienti nella loro trasformazione digitale in ambito di Supply Chain e Operations, anche attraverso strumenti informatici di simulazione e ottimizzazione.

Sono IBM Quantum Ambassador e frequento il dottorato in Fisica presso il Politecnico di Milano; mi interesso di applicazioni del Quantum Computing, particolarmente alla Finanza.



Antonello Aita

Laureato in Fisica all'Università di Bologna con un percorso di studi focalizzato sulla fisica teorica ed in particolare sui sistemi a molti corpi. Attualmente lavoro in IBM come data scientist con l'obiettivo di estrarre informazioni di business dai dati per mezzo di strumenti statistici e di machine learning e di sviluppare soluzioni di intelligenza artificiale prevalentemente con tecnologia cloud.

Sono Qiskit-Advocate e collaboro con la divisione IBM Quantum per la diffusione e l'education sul quantum computing. Sono inoltre interessato alle applicazioni del quantum computing al mondo dei dati ed alla fisica della materia.

INFORMAZIONI SUL CORSO

MATERIALE DIDATTICO

Il materiale didattico* utilizzato durante il Corso (costituito da notebook python per le esercitazioni, documentazione online e riferimenti bibliografici, assignment laddove previsti) verrà reso disponibile ai partecipanti in formato elettronico.

DOCUMENTAZIONE RILASCIATA

Sarà inviato un attestato di frequenza tramite email.**

MODALITA' TELEMATICA

Per collegarsi in modalità telematica verrà utilizzato Microsoft Teams. Ovviamente ogni iscritto avrà la possibilità di effettuare un unico collegamento.

Per seguire il Corso in modalità telematica è sufficiente un browser web, oltre alla strumentazione che di solito viene utilizzata per una normale videochiamata. Per chi utilizza sistemi MAC sarà necessario scaricare l'App gratuita. Ogni ulteriore informazione è disponibile al seguente indirizzo:

<https://aka.ms/JoinTeamsMeeting>

(*) Attenzione: Tutto il materiale didattico utilizzato durante il Corso ed i relativi contenuti sono protetti dal diritto d'autore dei rispettivi titolari. Tutti i diritti sono riservati. È possibile utilizzare il materiale solo per uso personale; si precisa che è fatto divieto assoluto di effettuare qualsiasi tipo di registrazione del Corso, sonora, fotografica o filmica, ivi incluse registrazioni digitali e registrazioni con cellulari, tablets e smartphones o altro strumento. L'utente, responsabile della segretezza del link di accesso al Corso e titolare (per effetto dell'iscrizione al Corso) di un diritto personale e non cedibile di accesso al Corso, si impegna a non far utilizzare e/o visionare, in nessun modo, i servizi a terzi, astenendosi dal compiere ogni atto che leda i diritti di esclusiva e di proprietà della Fondazione CRUI. In caso di violazione dei prescritti obblighi, il contratto si intenderà risolto di diritto e la Fondazione CRUI, oltre alla misura di intervento immediato consistente nell'esclusione dalla partecipazione dell'Utente, potrà comunque agire giudizialmente a tutela dei propri diritti, ivi compreso il risarcimento dei danni patiti.

Le richieste di invii del materiale didattico che perverranno alla Fondazione CRUI dopo un anno dall'erogazione dell'attività formativa avranno un costo di €15,00 (+ iva se dovuta).

(**) Si prega di verificare di aver ricevuto l'attestato e, in caso contrario, di darne immediata comunicazione all'indirizzo email seminari@fondazionecru.it. Le richieste di invii degli attestati che perverranno alla Fondazione CRUI dopo un anno dall'erogazione del Corso avranno un costo di €15,00 ad attestato (+ iva se dovuta).

COSTO E MODALITA' DI PAGAMENTO

€ 1.900,00 (+ iva se dovuta*)

*Si ricorda, ai fini dell'applicazione dell'Imposta sul Valore Aggiunto che, in virtù dell'art. 14 comma 10 della L. 537/1993, i pagamenti eseguiti dagli enti pubblici sono esenti IVA ex art. 10 DPR 633/72. Negli altri casi trova applicazione l'IVA con aliquota ordinaria al 22%

MODALITA' DI PAGAMENTO

Bonifico Bancario Intestato a PIU' S.r.l.
IBAN IT58Q0200805108000010585308
P.IVA 08857861002
Nella causale inserire il "n° fattura"

ISCRIZIONE

Per registrarsi al Corso occorre compilare il modulo online pubblicato sul sito della Fondazione CRUI:

<https://www.fondazionecru.it/argomenti/corsi-e-seminari/>

(Per verificare la disponibilità di posti si suggerisce di consultare il modulo di iscrizione online, dove sono riportati i posti disponibili in tempo reale.)

INFORMAZIONI AMMINISTRATIVE

DOMANDA DI ISCRIZIONE

La domanda di iscrizione impegna l'Università/Partecipante richiedente al pagamento della relativa quota. Si ricorda che il versamento della quota di partecipazione dovrà essere effettuato al ricevimento della fattura, che verrà emessa dalla PIU' S.r.l. quando l'attività formativa sarà confermata. L'iscrizione è intesa valida qualora l'iscritto/a oppure l'Ateneo/Ente sia in regola con i pagamenti di eventuali iscrizioni passate. Qualora la PIU' Srl riscontri un'irregolarità, sarà inviato un avviso e si procederà alla cancellazione dell'iscrizione.

DATI PER LA FATTURAZIONE

Per la fatturazione verranno utilizzati i dati inseriti all'atto della registrazione online. **Si prega, quindi, di specificare nel campo NOTE se TEMPORANEAMENTE mancano dei dati**, onde evitare che sia emessa la fattura! In ogni caso, i dati mancanti dovranno pervenire all'indirizzo seminari@fondazionecru.it nel più breve tempo possibile e comunque **entro e non oltre due settimane prima dell'erogazione dell'attività formativa**. In mancanza di tali dati, la Fondazione CRUI si riserva il diritto di cancellare l'iscrizione in qualsiasi momento e senza preavviso.

Riguardo la fatturazione elettronica, si specifica che il CODICE UNIVOCO è OBBLIGATORIO, mentre il CIG e il n. di BUONO D'ORDINE sono necessari solo ed esclusivamente se per la vostra amministrazione è essenziale inserirli nella fattura elettronica. Quindi, si prega di verificare con la propria amministrazione se vanno riportati in fattura elettronica e, in caso affermativo, di inserire i dati necessari nel modulo di iscrizione. Se i dati, invece, non sono necessari riportare nei campi in cui vengono richiesti "non necessari". In presenza di più iscrizioni dalla stessa Università o Ente, con gli stessi dati amministrativi o riferite allo stesso ordine verrà emessa un'unica fattura. Qualora siano necessarie fatture distinte si invita a scriverlo nelle note del modulo di registrazione.

BUONI D'ORDINE

Gli eventuali buoni d'ordine emessi dovranno essere intestati a:

PIU' S.r.l. - Via Montello 30 - 00195 Roma

P. IVA e C.F. 08857861002

INFORMAZIONI AMMINISTRATIVE

AUTOCERTIFICAZIONI

Si invita a non inviare modulistica personalizzata. Si fa presente che, se necessario, la PIU' Srl è disponibile a fornire le autocertificazioni previste dalla legge per le procedure di acquisto da parte della Pubblica Amministrazione. A tal fine, sarà possibile richiederle tramite indirizzo e-mail seminari@fondazionecru.it oppure tramite PEC piu.srl@pec.it

Si evidenzia, tuttavia, che tali richieste dovranno pervenire PRIMA e NON OLTRE l'emissione della fattura e la partecipazione all'attività formativa. Inoltre, si specifica che in nessun caso verranno compilati moduli personalizzati né tantomeno si effettueranno registrazioni su database o qualsivoglia altra procedura interna stabilita dagli atenei/enti che richiedono l'iscrizione ai percorsi formativi. Gli atenei/enti, nell'espletamento delle procedure che adottano, sono tenuti ai relativi controlli prima dell'espletamento della prestazione da parte della società PIU' Srl e non al momento del ricevimento della fattura.

SCONTI

Non sono previsti sconti per più iscrizioni provenienti dallo stesso ateneo/ente per la stessa attività formativa. Tuttavia, la Fondazione CRUI si rende disponibile a organizzare edizioni in loco. Per richieste di preventivi si invita a scrivere all'Ufficio Attività formative: seminari@fondazionecru.it

FATTURAZIONE

La fattura verrà inviata dopo la conferma di attivazione dell'attività formativa ma categoricamente PRIMA dell'inizio dell'attività formativa. Non verranno accettate richieste di inviare la fattura dopo l'erogazione della formazione.

Le fatture saranno emesse in modalità elettronica con scadenza a 30 giorni come previsto dalla legge. Ai privati senza partita IVA ma solo con codice fiscale o ai soggetti esteri verrà inviata per e-mail la copia di cortesia non valida ai fini fiscali, l'originale della fattura verrà inviato allo SDI e sarà disponibile all'indirizzo PEC se fornito oppure all'interno dell'area riservata del sito dell'Agenzia delle Entrate.

RECESSO

È possibile rinunciare alla partecipazione entro 15 giorni prima dell'inizio dell'attività formativa, senza l'addebito dell'intera quota. Per le rinunce pervenute dopo tale data sarà dovuta l'intera quota. Sono invece sempre possibili eventuali sostituzioni (da comunicare obbligatoriamente all'indirizzo e-mail: seminari@fondazionecru.it).

In caso di impossibilità a trovare un sostituto, si specifica che non sarà possibile far valere la quota di iscrizione dovuta per un'altra replica della stessa attività formativa o per iscrizioni ad altre attività formative.

INFORMAZIONI SUL CORSO

Il Corso dovrà essere formato da un numero minimo e massimo di 50 partecipanti, **divisi in 2 classi da 25**.

Se non verrà raggiunto il numero minimo la Fondazione CRUI potrà decidere di annullare il Corso e di posticiparlo a data da definire. Inoltre, la Fondazione CRUI si riserva il diritto di chiudere senza preavviso le iscrizioni al raggiungimento del numero massimo dei posti.

Infine, la Fondazione CRUI potrà decidere di apportare variazioni al programma formativo a causa del sopraggiungere di eventi imprevedibili.

ATTENZIONE

Il Corso verrà attivato al raggiungimento del numero minimo di iscrizioni. Gli iscritti a far data dal raggiungimento del numero minimo di iscrizioni riceveranno un avviso tramite email con la conferma di attivazione e da quel momento partirà il procedimento amministrativo di fatturazione. Le iscrizioni che perverranno dopo la conferma di attivazione del Corso non riceveranno la mail di conferma ma troveranno l'indicazione della conferma di attivazione sulla pagina web.

UFFICIO ATTIVITA' FORMATIVE

Fondazione CRUI

Tel. 06 684411

seminari@fondazionecru.it

www.fondazionecru.it/seminari

In caso di dubbi non esitate a contattarci!